



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

DISEÑO DEL LAYOUT DE UNA FÁBRICA PARA LA PRODUCCIÓN DE
CIERTA SERIE DE PIEZAS

Óscar Pérez García

Tutora: Gurutze Pérez Artieda

Pamplona, 6 de Septiembre de 2012

Agradecimientos

A la empresa IMPRECI S.A.L. por haberme dado la oportunidad de visitar sus instalaciones, y a Juan José Aristu (Director Gerente) tanto por su atención como por sus múltiples aclaraciones en materia de fabricación.

A mi tutora de la universidad Gurutze Pérez Artieda, por su tiempo dedicado a mi proyecto y por sus recomendaciones.

*Al Departamento de Ingeniería Mecánica, Energética y de Materiales de la Universidad Pública de Navarra, por haberme facilitado el acceso libre a sus laboratorios así como el acceso al software *Enterprise Dynamics*.*

Mención especial a mi padre, José Pérez Sánchez, por su incansable apoyo y valiosísimos conocimientos en materia de normalización y dibujo técnico.

Índice de contenidos

1. OBJETIVO DEL PROYECTO.....	8
2. INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE LAYOUT.....	10
3. INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	13
4. BLOQUE PRIMERO: PRODUCTO Y MAQUINARIA.....	15
4.1. Descripción del producto.....	16
4.2. PLANOS.....	21
4.3. Selección de maquinaria y procesos de fabricación.....	31
4.3.1. Procesos de fabricación.....	31
4.3.2. Relación de maquinaria necesaria.....	34
4.3.3. Determinación de los tiempos de máquina.....	34
4.3.4. Elección del número de máquinas.....	35
4.3.5. Selección de maquinaria.....	37
4.3.5.1. Tornos.....	38
4.3.5.2. Fresadoras.....	40
4.3.5.3. Rectificadoras.....	41
4.3.5.4. Mandrinadoras.....	43
4.3.5.5. Sierras.....	45

4.3.5.6.	Puestos de soldadura.....	46
4.3.5.7.	Transpaletas eléctricas.....	48
5.	BLOQUE SEGUNDO: DISEÑO DEL LAYOUT.....	51
5.1.	Introducción al diseño del layout.....	52
5.2.	Distribución orientada hacia el proceso.....	53
5.2.1.	Introducción a la distribución orientada hacia el proceso.....	53
5.2.2.	Introducción al SLP.....	54
5.2.3.	Aplicación del SLP.....	56
5.2.3.1.	Flujo de materiales.....	56
5.2.3.2.	Tabla de relaciones entre actividades.....	57
5.2.3.3.	Clasificación de las relaciones: diagrama de relaciones.....	59
5.2.3.4.	Requerimientos de superficie.....	61
5.2.3.5.	Análisis de soluciones.....	63
5.2.3.5.1.	Solución uno.....	63
5.2.3.5.2.	Solución dos.....	67
5.3.	Layout celular.....	70
5.3.1.	Introducción al layout celular.....	70
5.3.2.	La célula en U.....	70
5.3.3.	Diseño de las células.....	72
5.3.3.1.	Célula uno.....	74

5.3.3.2. Célula dos.....	74
5.3.3.3. Célula tres.....	75
6. BLOQUE TERCERO: SIMULACIÓN.....	76
6.1. Introducción.....	77
6.2. Descripción del software empleado.....	77
6.3. Simulación del layout celular.....	78
6.4. Simulación del layout orientado hacia el proceso.....	84
7. CONCLUSIONES.....	91
8. BIBLIOGRAFÍA.....	95
9. ANEXOS.....	97

1. OBJETIVO DEL PROYECTO

Con el presente trabajo se ha pretendido realizar una primera aproximación al mundo industrial tomando un enfoque de carácter profesional.

Simultáneamente, también se pretende la realización de un ejercicio autodidáctico y con carácter formativo, que aporte conocimientos útiles de cara a una cercana inserción en el mundo profesional. Un ejemplo de ello es el aprendizaje por parte del proyectante del manejo de un software informático de simulación de fabricación como es *Enterprise Dynamics*, de la empresa *Incontrol*.

El tercer pilar de los objetivos es el del desarrollo de un PFC creativo e innovador, con todos los supuestos, informaciones, diseños... creados desde cero.

Esta memoria expone la propuesta de diseño y aplicación de un *layout* para su posible implementación en una fábrica ficticia donde se lleve a cabo la producción de un cierto producto compuesto por diferentes elementos, pensados y dimensionados por el proyectante a tal efecto.

2. INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE LAYOUT

“La misión del diseñador es encontrar la mejor ordenación de las áreas de trabajo y del equipo en aras de conseguir la máxima economía en el trabajo al mismo tiempo que la mayor seguridad y satisfacción de los trabajadores.”

La distribución en planta implica la ordenación de espacios necesarios para movimiento de material, almacenamiento, equipos o líneas de producción, equipos industriales, administración, servicios para el personal, etc.

Los objetivos de la distribución en planta o *layout* son:

1. Integración de todos los factores que afecten la distribución.
2. Movimiento de material según distancias mínimas.
3. Circulación del trabajo a través de la planta.
4. Utilización “efectiva” de todo el espacio.
5. Mínimo esfuerzo y seguridad en los trabajadores.
6. Flexibilidad en la ordenación para facilitar reajustes o ampliaciones.

Se exponen también, los principios básicos de la distribución en planta. (*Trueba Jainaga, J.I.*)

1. *Principio de la satisfacción y de la seguridad.* A igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores.
2. *Principio de la integración de conjunto.* La mejor distribución es la que integra a los hombres, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.
3. *Principio de la mínima distancia recorrida.* A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material sea la menor posible.

4. *Principio de la circulación o flujo de materiales.* En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transformen, tratan o montan los materiales.

5. *Principio del espacio cúbico.* La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en horizontal como en vertical.

6. *Principio de la flexibilidad.* A igualdad de condiciones será siempre más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada.

3. INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO **DEL PFC**

El desarrollo del trabajo constará de tres bloques principales:

Bloque primero: Elección y diseño del producto. Proceso de fabricación. Elección de la maquinaria necesaria.

En este primer bloque se explicará la elección del producto a fabricar así como los criterios empleados para la misma. También se mostrarán los planos para la fabricación dibujados a tal efecto por el proyectante.

Posteriormente, se determinarán los procesos de fabricación necesarios, así como la maquinaria necesaria para llevar a cabo los mismos.

Finalmente, se seleccionarán todas las máquinas necesarias, de entre la amplia gama disponible en el mercado en la actualidad.

Bloque segundo: Diseño del *layout*.

En este segundo bloque temático se abordará el diseño sobre el papel de diferentes soluciones para el layout de la fábrica.

Así mismo, se tratará de implementar mejoras sobre los distintos diseños antes de llevar a cabo su simulación.

Bloque tercero: Simulación.

En este tercer y último bloque se llevará a cabo la simulación de las diferentes soluciones propuestas con el software de simulación *Enterprise Dynamics*. Posteriormente se analizarán los resultados obtenidos para las diferentes soluciones.

4. BLOQUE PRIMERO: PRODUCTO Y **MAQUINARIA**

4.1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Para poder realizar el ejercicio propuesto, el producto a fabricar ha de encerrar cierta complejidad productiva. La suficiente como para requerir diferentes procesos productivos bien diferenciados.

Siguiendo estas pautas, el tipo de fábrica que mejor servirá para nuestro propósito es el de un taller de mecanizado, con diferente máquina-herramienta que admita cierta flexibilidad en su disposición, así como la posibilidad de implementar diferentes mejoras en el layout de la misma.

Bajo esta premisa, nuestro producto debería estar compuesto por diferentes piezas que puedan ser fabricadas con los procesos de fabricación más habituales: fresado, torneado, mandrinado, etc. Una buena solución a nuestro propósito sería algún tipo de sistema de engranajes.

Se opta pues, por un tipo de reductor de engranajes rectos de dos etapas, que puede servir tanto para mover diferentes tipos de máquinas hipotéticas, como grandes cintas transportadoras.

El reductor de dos etapas es un motor de ejes paralelos cuya función es reducir la velocidad de entrada del eje motriz manteniendo una relación de transmisión constante.

Las partes del reductor de dos etapas son:

1. Árbol de entrada.
2. Árbol de salida.
3. Eje intermedio.
4. Rodamientos (de rodillos a rótula de doble hilera).
5. Engranajes (dientes rectos).
6. Carcasas.

Descripción:

La fuerza motriz proveniente de un motor eléctrico o de explosión se transmite a la caja reductora formada por varios ejes en contacto entre sí mediante ruedas dentadas de diferentes tamaños que irán variando la velocidad inicial. La variación en este caso es la disminución de la velocidad con un índice de reducción total de 98/15 y el de la etapa de entrada de 14/5.

Las tres etapas poseen ruedas con dientes rectos con diferentes diámetros y números de dientes de manera que la velocidad de giro de la rueda motriz se va reduciendo paulatinamente desde la entrada hasta la salida mediante el eje intermedio.

Módulo	Eje de entrada	Eje intermedio		Eje de salida	
16	Rueda 1	Rueda 2	Rueda 3	Rueda 4	Rueda 5
Dp	240 mm	672 mm	288 mm	672 mm	672 mm
Z	15	42	18	42	42
Dint	200 mm	632 mm	248 mm	632 mm	632 mm
Dext	272 mm	704 mm	320 mm	704 mm	704 mm
Rt₁	Si $\omega_1=1\text{rpm}$, $\omega_2=0.375\text{rpm}$, se reduce ω_1 en un 64%		$\omega_2=\omega_3$		
Rt₂	Siendo $\omega_2=\omega_3=0.375\text{rpm}$, $\omega_4=0.153\text{rpm}=\omega_5$, se reduce hasta un 15.3% de ω_1 . La velocidad de salida será 6.53 veces más lenta que la velocidad inicial, es decir, índice de reducción total 94/15				

Tabla: Descripción de las ruedas dentadas

El reductor de dos etapas consta de los siguientes elementos constructivos:

Cantidad	Descripción	Partido	Modelo	Materia	Condición
1	Lengüeta		A 36x20x160 DIN 6885	Acero	t1=12 / t2=8.4
1	Tapón		M30x1x40 DIN 601	Acero	
1	Eje de entrada	9.01-24		Acero F120	
1	Rueda dentada	9.01-23		Acero	
1	Lengüeta		A 45X25X125 DIN 6885	Acero	t1=15 / t2=10.4
1	Eje intermedio	9.01-21		Acero F120	
3	Anillo elástico		180X4 DIN 471	Acero	d2=175 / m=4.15 / n=7.5
1	Lengüeta		A 45x25x360 DIN 6885	Acero	t1=15 / t2=10.4
12	Prisionero		M24x45 DIN 550	Acero	
1	Corona derecha	9.01-17		Acero	
1	Corona izquierda	9.01-16		Acero	
1	Soporte coronas	9.01-15		Acero	
1	Eje de salida	9.01-14		Acero	
1	Lengüeta		A 32x18x160 DIN 6885	Acero	t1=11 / t2=7.4
2	Obturador		140X160X15	Sintético	Medida de plano
6	Tuerca de fijación		EM160X3 UNE 18-035	Acero	
6	Arandela de retención		160 UNE 18-036	Acero	f1=18 / m=154
6	Rodamiento		INAFAG SL O24932	Acero	
36	Tornillo		M 16X50 DIN 912	Acero	
4	Tapa ciega	9.01-7		Acero	
2	Tapa de ejes	9.01-6		Acero	
11	Tuerca		DIN 934	Acero	
11	Arandela		A31 DIN 125	Acero	
11	Tornillo		M30x110 DIN 960	Acero F112	
1	Carcasa inferior	9.01-2		Fundición	
1	Carcasa superior	9.01-1		Aleación aluminio	

Tabla: Relación de elementos constructivos

Partiremos de la suposición de que en nuestro taller no se fabricarán todas las piezas que componen el conjunto. Algunas de ellas, como por ejemplo todos aquellos elementos normalizados (chaveteros, tornillería, etc...) no serán fabricados en nuestra planta, sino que se ensamblarán junto con el resto de piezas en otro lugar.

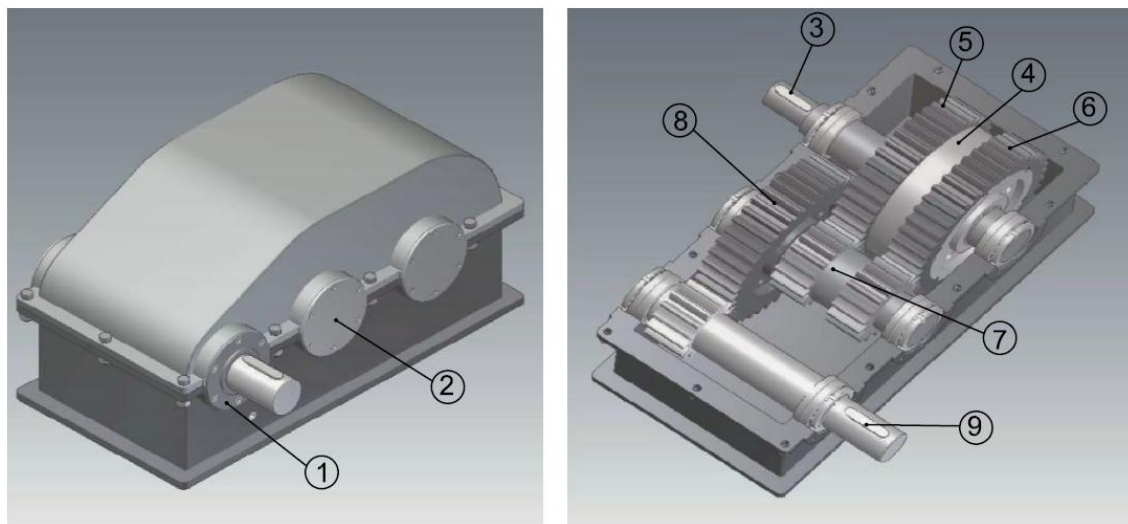
También será este el caso de las carcasas superior e inferior, cuya fabricación se supondrá llevada a cabo en otra empresa para su posterior ensamblaje junto con el resto de elementos.

De este modo, las piezas que se fabricarán en nuestra nave serán las siguientes:

□	1	Eje de entrada	9.01-24	Acero F120
□	1	Rueda dentada	9.01-23	Acero
□	1	Eje intermedio	9.01-21	Acero F120
□	1	Corona derecha	9.01-17	Acero
□	1	Corona izquierda	9.01-16	Acero
□	1	Soporte coronas	9.01-15	Acero
□	1	Eje de salida	9.01-14	Acero
2	4	Tapa ciega	9.01-7	Acero
□	2	Tapa de ejes	9.01-6	Acero
Identificador	Cantidad	Descripción	Plano	Materia

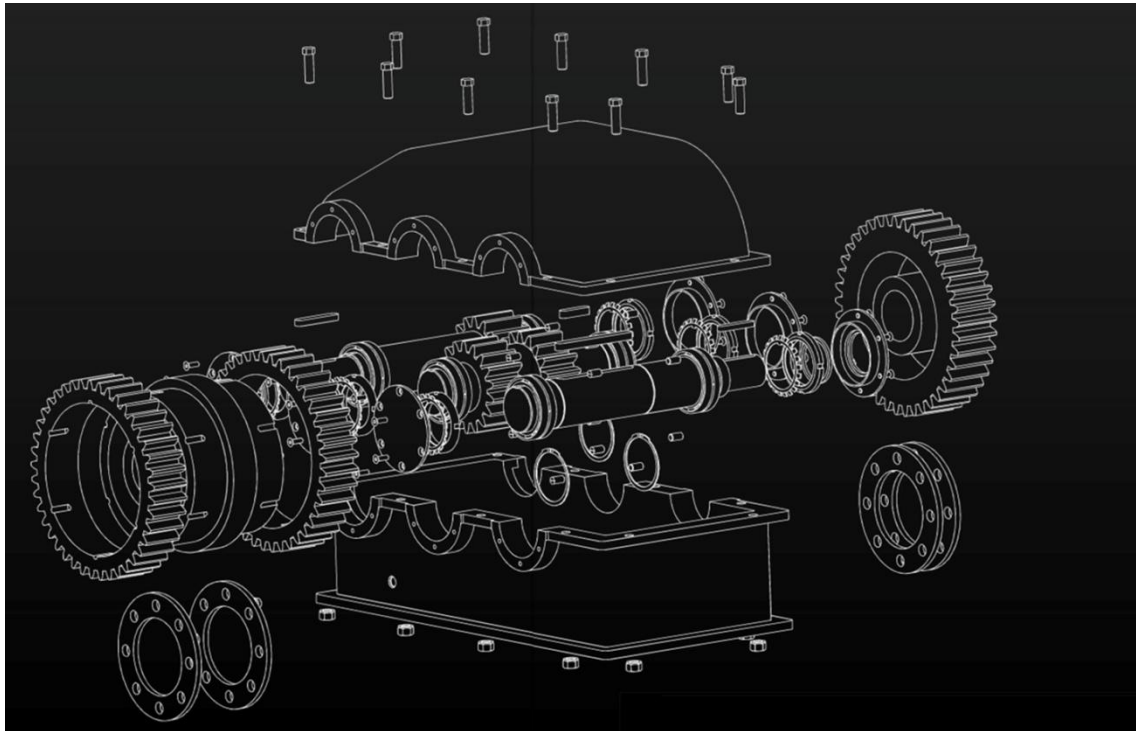
Tabla: Relación de piezas a fabricar

La siguiente imagen muestra una vista 3D del conjunto y las piezas a fabricar.



Vista 3D del producto y las piezas a fabricar

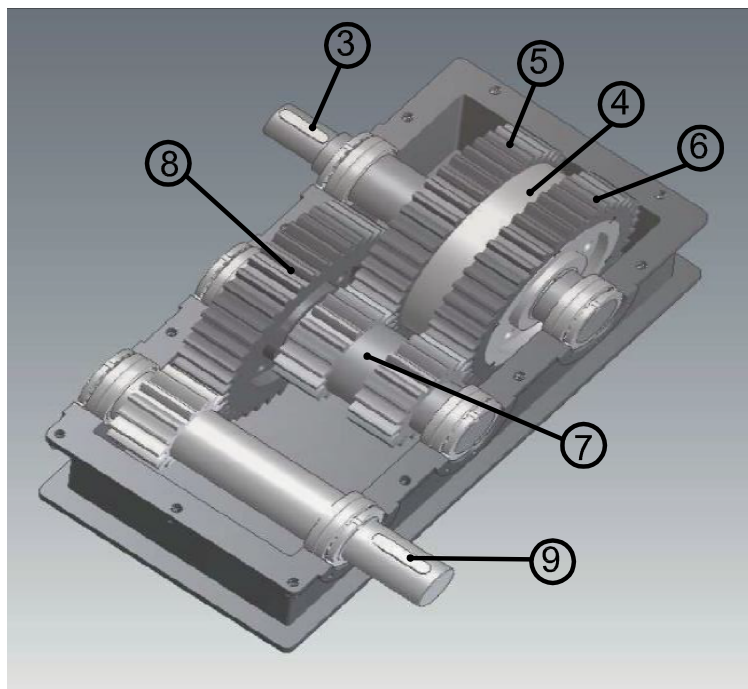
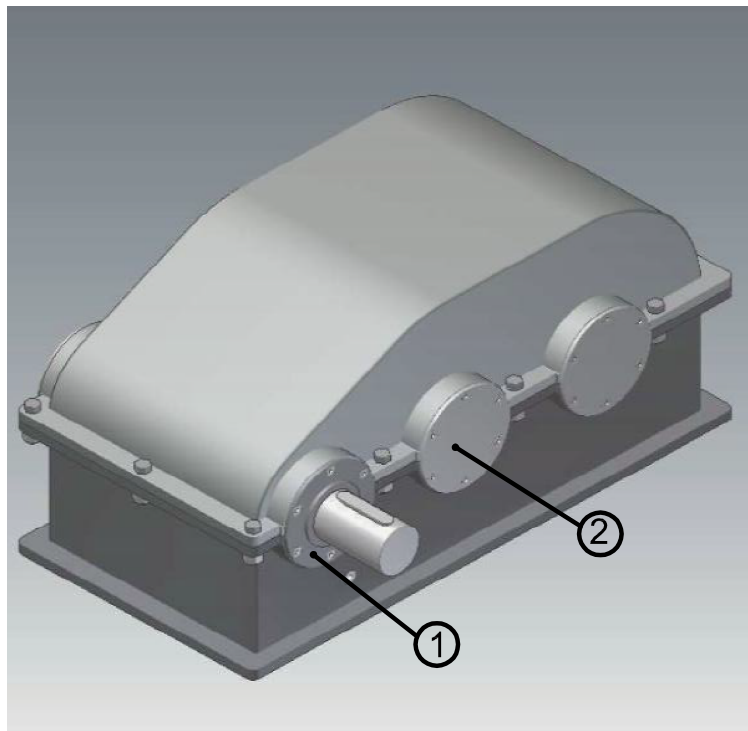
A continuación, podemos ver una vista explosionada del conjunto completo.



Vista 3D del producto y las piezas a fabricar

Los planos de fabricación detallados, dibujados con el software *Autocad*, figuran en la sección específica. También se adjunta un documento aparte, con los citados planos en formato A3.

4.2. PLANOS DE FABRICACIÓN



NUMERACIÓN DE LAS PIEZAS DEL CONJUNTO PARA EL PROYECTO

Nº	Nombre pieza	Nº	Nombre pieza	Nº	Nombre pieza
1	Tapa de ejes	4	Soporte de coronas	7	Eje intermedio
2	Tapa ciega	5	Corona izquierda	8	Rueda dentada
3	Eje de salida	6	Corona derecha	9	Eje de entrada



Universidad Pública
de Navarra
*Nafarroako
Unibertsitate Publikoa*

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO DE ING.
MECÁNICA, ENERGÉTICA
Y DE MATERIALES

PROYECTO:

**DISEÑO DEL LAYOUT DE UNA FÁBRICA PARA LA
PRODUCCIÓN DE CIERTA SERIE DE PIEZAS**

REALIZADO:

PÉREZ GARCÍA, ÓSCAR

FIRMA:

PLANO:

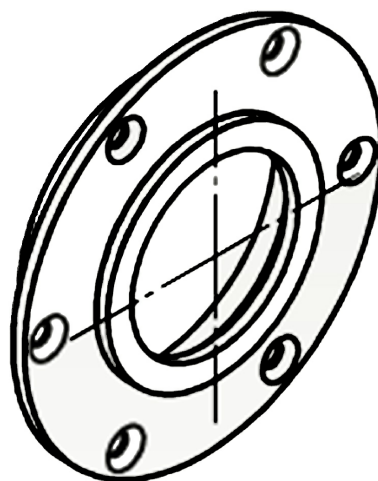
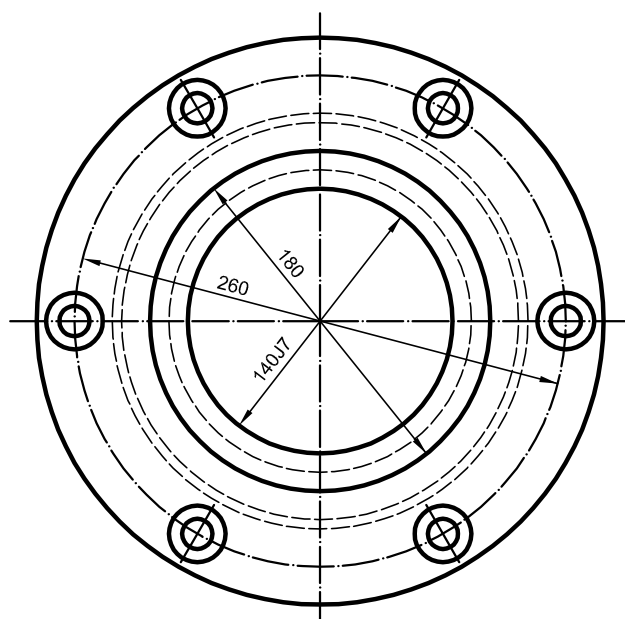
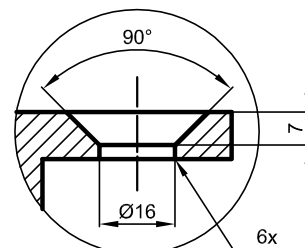
DESPIECE DEL CONJUNTO

FECHA:

ESCALA:

Nº PLANO:

0



E.T.S.I.I.T.

DEPARTAMENTO DE ING.
MECÁNICA, ENERGÉTICA
Y DE MATERIALES

REALIZADO:

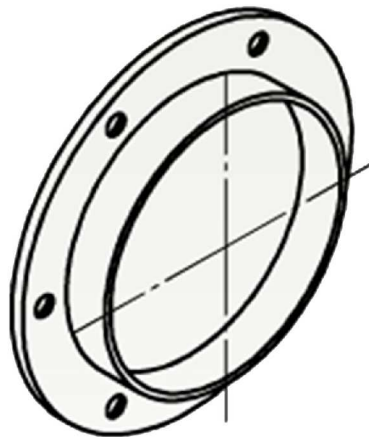
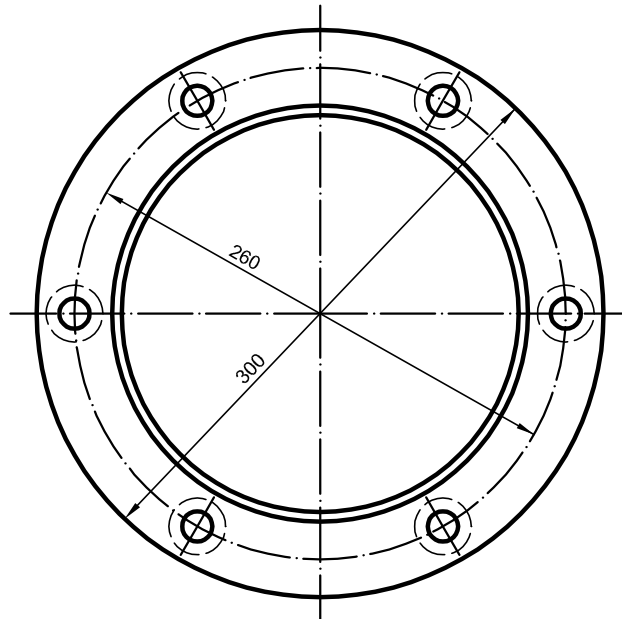
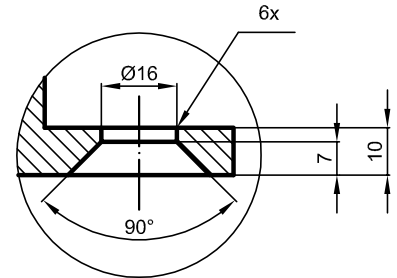
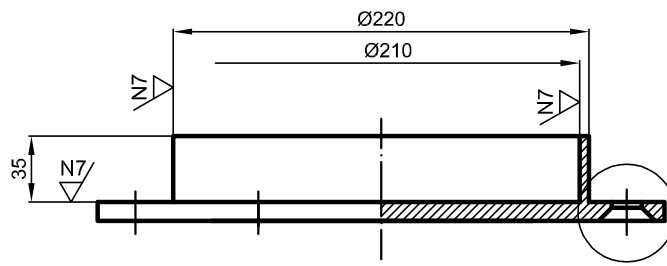
PÉREZ GARCÍA, ÓSCAR

FECHA:

Nº PLANO:
1

TAPA DE EJES

N9/ (N7/)



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO DE ING.
MECÁNICA, ENERGÉTICA
Y DE MATERIALES

PROYECTO:

**DISEÑO DEL LAYOUT DE UNA FÁBRICA PARA LA
PRODUCCIÓN DE CIERTA SERIE DE PIEZAS**

REALIZADO:

PÉREZ GARCÍA, ÓSCAR

FIRMA:

FECHA:

ESCALA:

Nº PLANO:

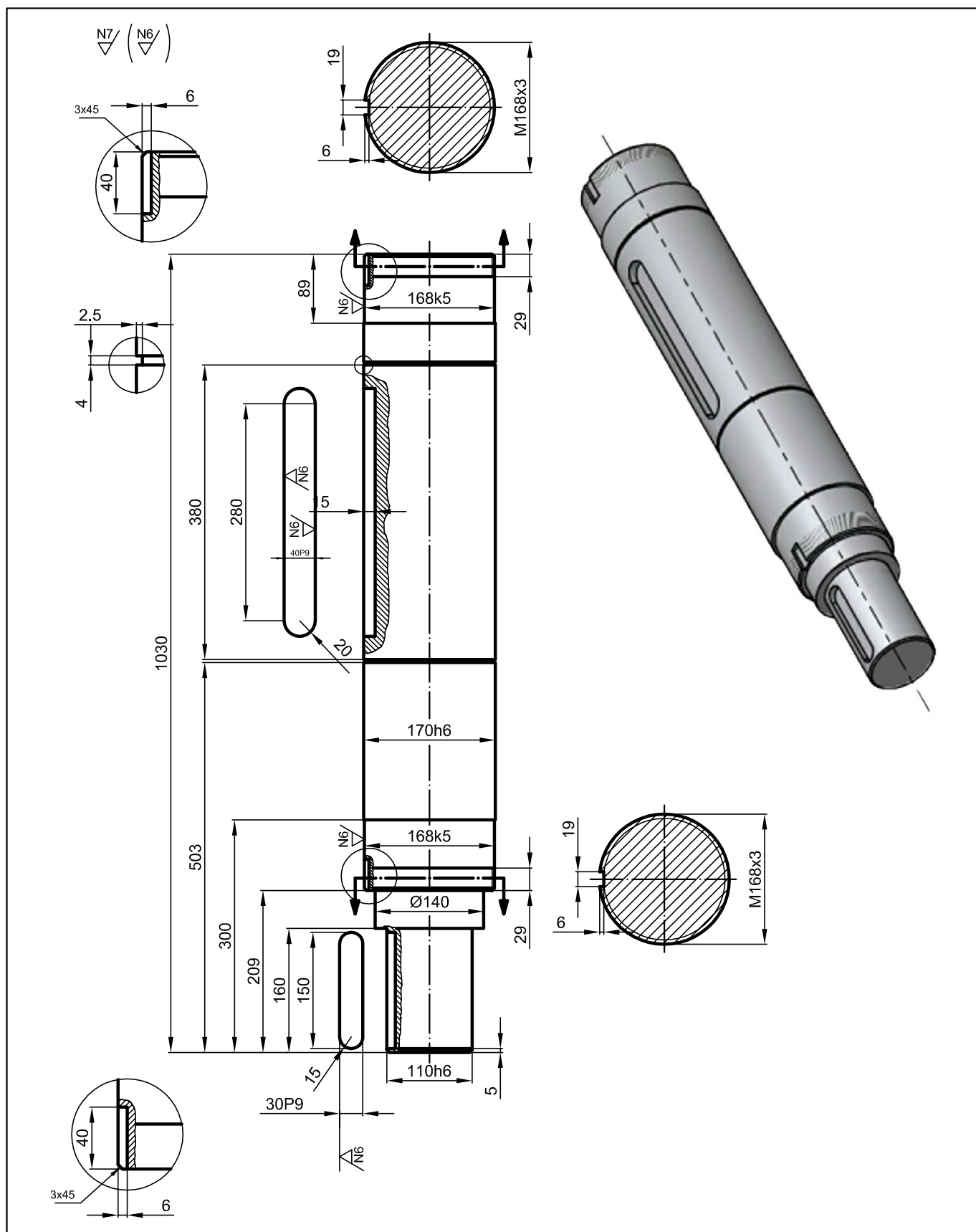
1:4

2

TAPA CIEGA

upna

Todos los derechos reservados
Eskubide guztiak erresalbatu dira



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO DE ING.
MECÁNICA, ENERGÉTICA
Y DE MATERIALES

PROYECTO:

**DISEÑO DEL LAYOUT DE UNA FÁBRICA PARA LA
PRODUCCIÓN DE CIERTA SERIE DE PIEZAS**

REALIZADO:

PÉREZ GARCÍA, ÓSCAR

FIRMA:

FECHA:

ESCALA:

Nº PLANO:

1:7

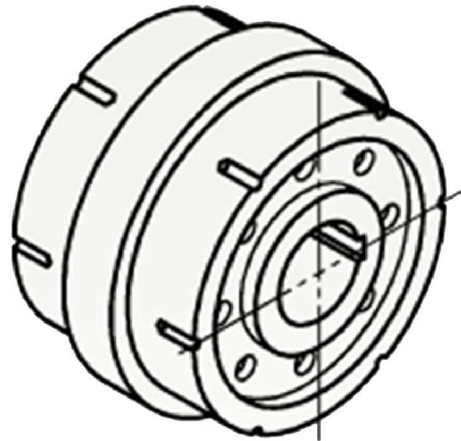
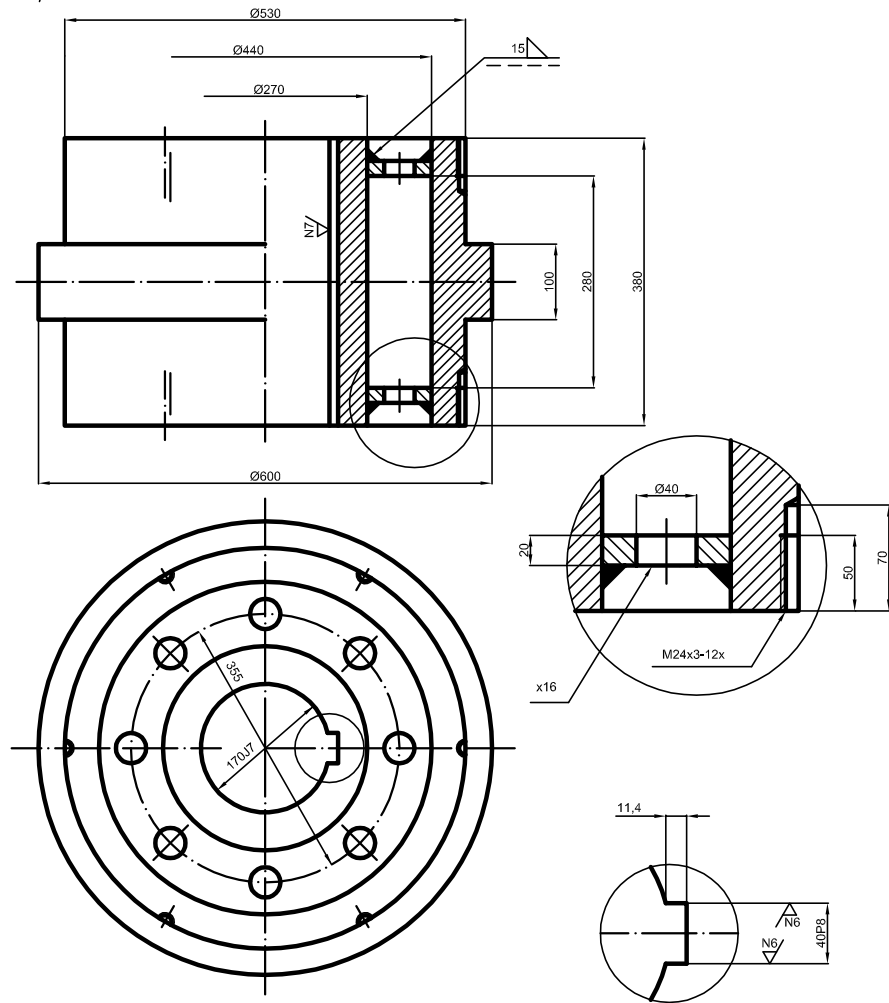
3

upna ANO:

EJE DE SALIDA

Todos los derechos reservados
Eskubide guztiak erresalbatu dira

N9/ (N6/ N7/)



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO DE ING.
MECÁNICA, ENERGÉTICA
Y DE MATERIALES

PROYECTO:

**DISEÑO DEL LAYOUT DE UNA FÁBRICA PARA LA
PRODUCCIÓN DE CIERTA SERIE DE PIEZAS**

REALIZADO:

PÉREZ GARCÍA, ÓSCAR

FIRMA:

FECHA:

ESCALA:

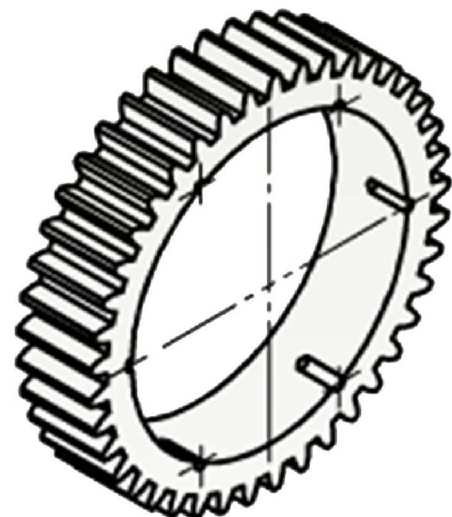
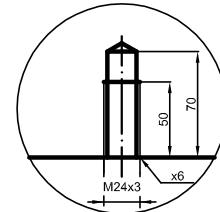
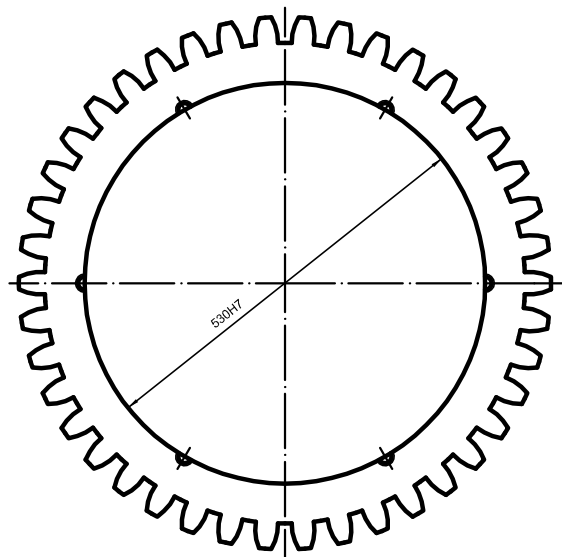
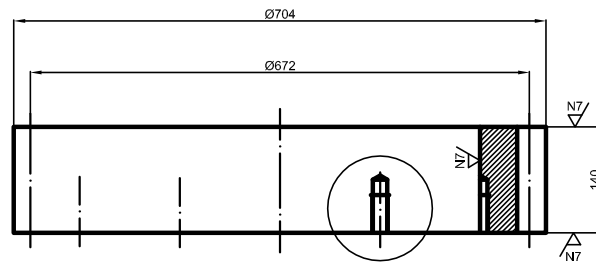
Nº PLANO:

1:10

4

SOPORTE DE CORONAS

N5/ (N7/)



DATOS CORONA IZQUIERDA	
Módulo (M)	16
Nº de dientes (Z)	42
Diámetro primitivo (dp)	672 mm.
Diámetro exterior (dext)	704 mm.
Diámetro entre ejes	480 mm.



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO DE ING.
MECÁNICA, ENERGÉTICA
Y DE MATERIALES

PROYECTO:

**DISEÑO DEL LAYOUT DE UNA FÁBRICA PARA LA
PRODUCCIÓN DE CIERTA SERIE DE PIEZAS**

REALIZADO:

PÉREZ GARCÍA, ÓSCAR

FIRMA:

FECHA:

ESCALA:

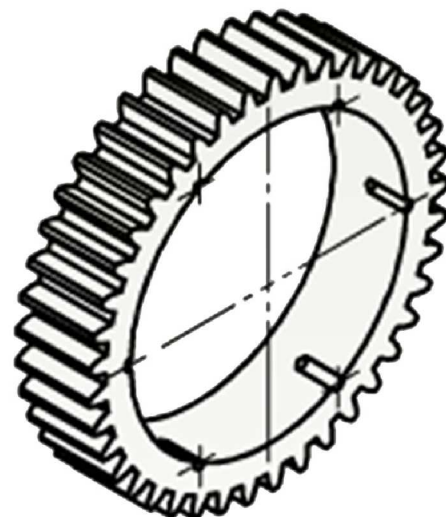
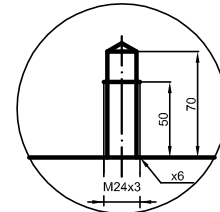
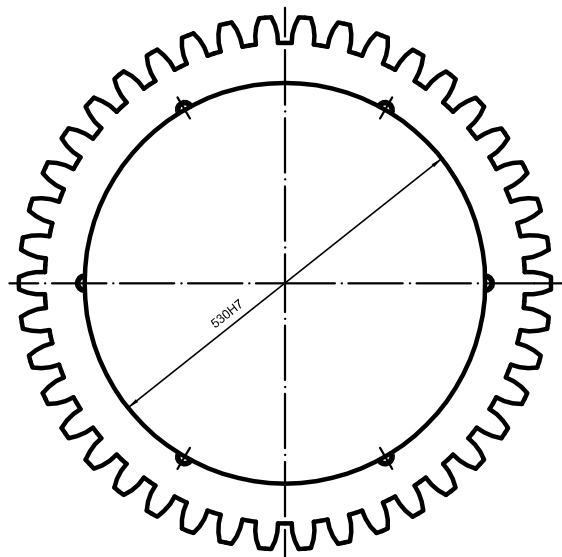
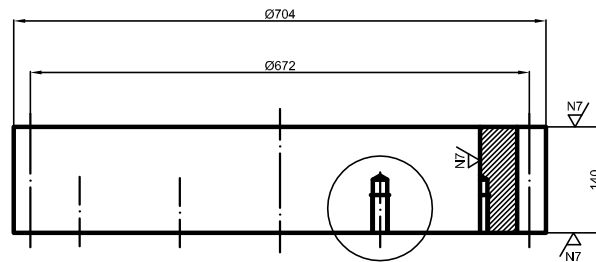
Nº PLANO:

1:10

5

CORONA IZQUIERDA

Nº/ (Nº/)



DATOS CORONA IZQUIERDA	
Módulo (M)	16
Nº de dientes (Z)	42
Diámetro primitivo (dp)	672 mm.
Diámetro exterior (dext)	704 mm.
Diámetro entre ejes	480 mm.



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO DE ING.
MECÁNICA, ENERGÉTICA
Y DE MATERIALES

PROYECTO:

**DISEÑO DEL LAYOUT DE UNA FÁBRICA PARA LA
PRODUCCIÓN DE CIERTA SERIE DE PIEZAS**

REALIZADO:

PÉREZ GARCÍA, ÓSCAR

FIRMA:

FECHA:

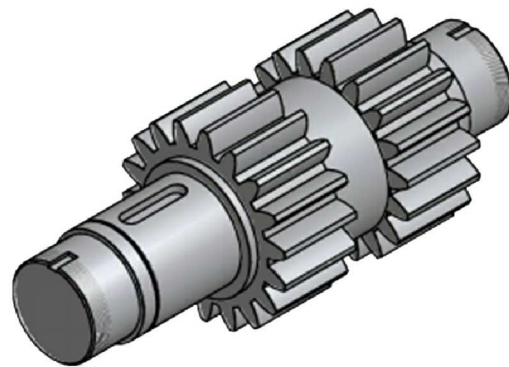
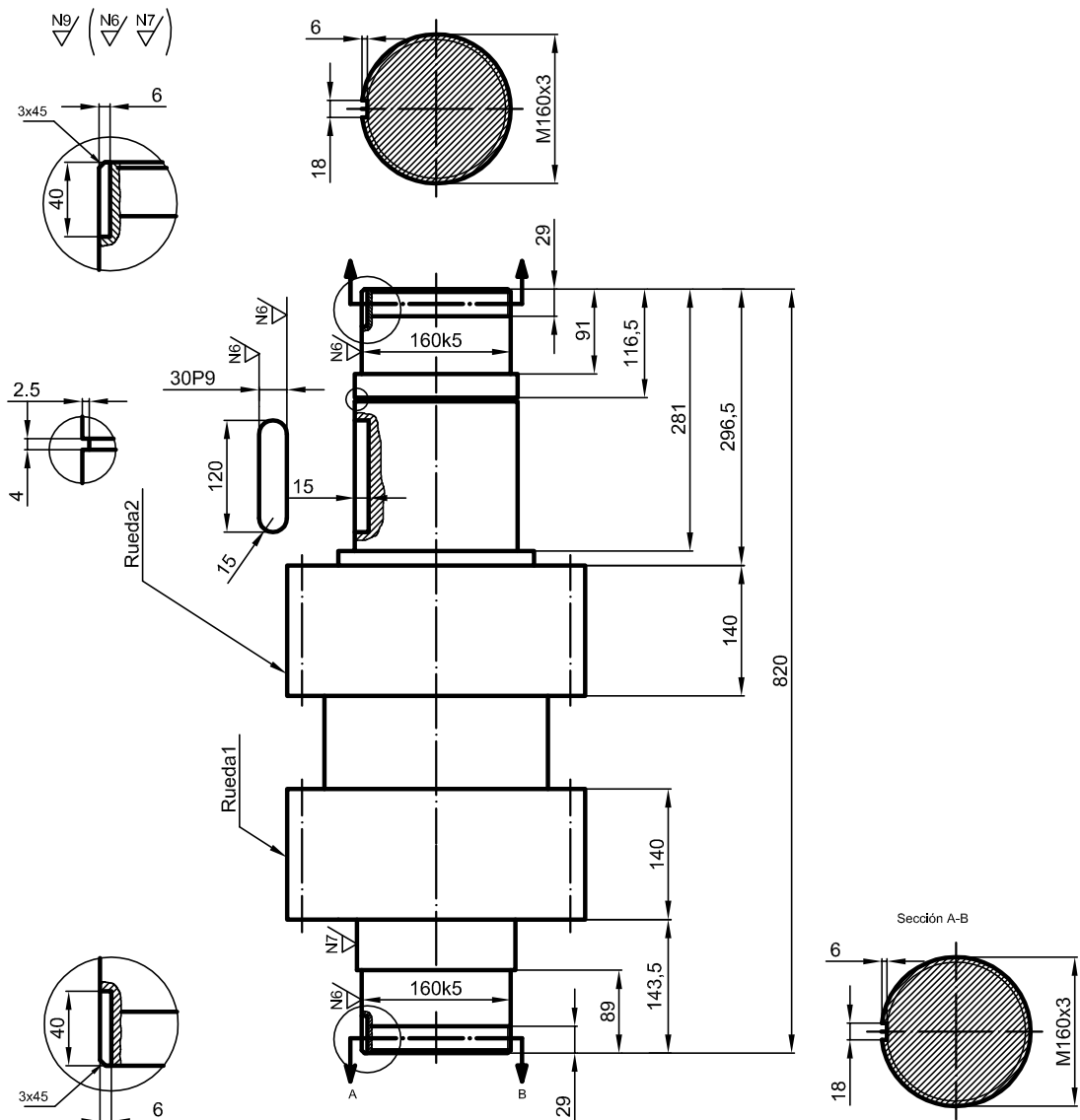
ESCALA:

Nº PLANO:

1:10

6

CORONA DERECHA



DATOS RUEDA 1 Y RUEDA 2	
Módulo (M)	16
Nº de dientes (Z)	18
Diámetro primitivo (dp)	288 mm.
Diámetro exterior (dext)	320 mm.
Diámetro entre ejes	480 mm.



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO DE ING.
MECÁNICA, ENERGÉTICA
Y DE MATERIALES

PROYECTO:

**DISEÑO DEL LAYOUT DE UNA FÁBRICA PARA LA
PRODUCCIÓN DE CIERTA SERIE DE PIEZAS**

REALIZADO:

PÉREZ GARCÍA, ÓSCAR

FIRMA:

FECHA:

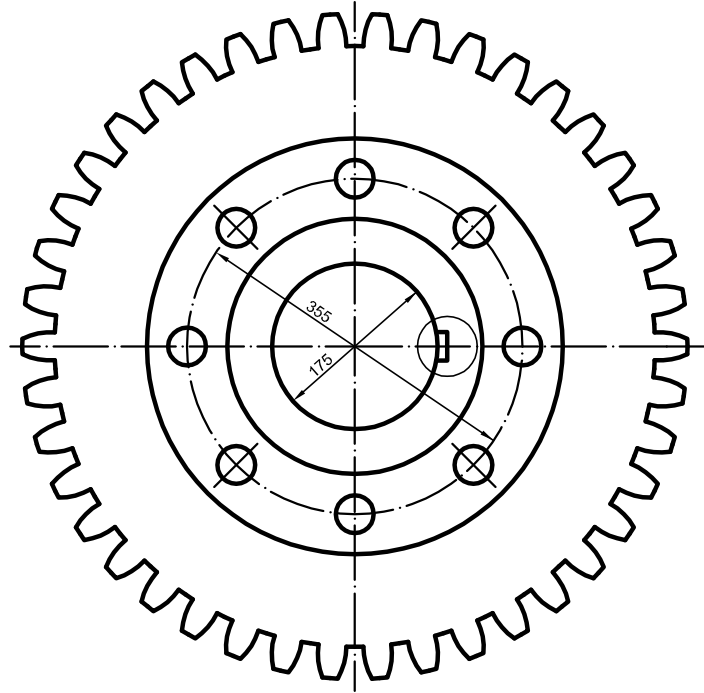
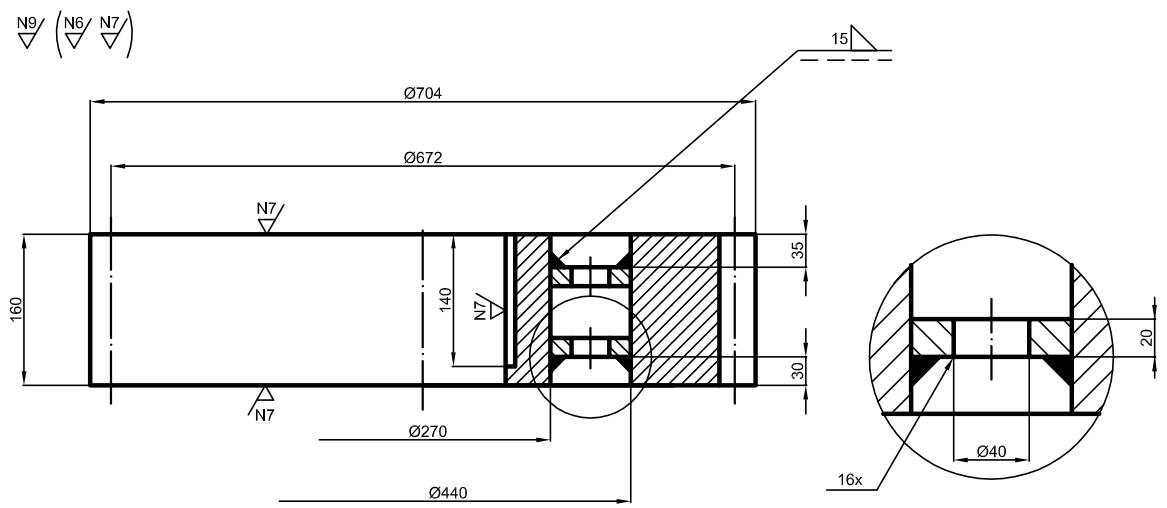
ESCALA:

Nº PLANO:

1:8

7

EJE INTERMEDIO



DATOS RUEDA DENTADA	
Módulo (M)	16
Nº de dientes (Z)	42
Diámetro primitivo (dp)	672 mm.
Diámetro exterior (dext)	704 mm.
Diámetro entre ejes	460 mm.



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO DE ING.
MECÁNICA, ENERGÉTICA
Y DE MATERIALES

PROYECTO:

**DISEÑO DEL LAYOUT DE UNA FÁBRICA PARA LA
PRODUCCIÓN DE CIERTA SERIE DE PIEZAS**

REALIZADO:

PÉREZ GARCÍA, ÓSCAR

FIRMA:

FECHA:

ESCALA:

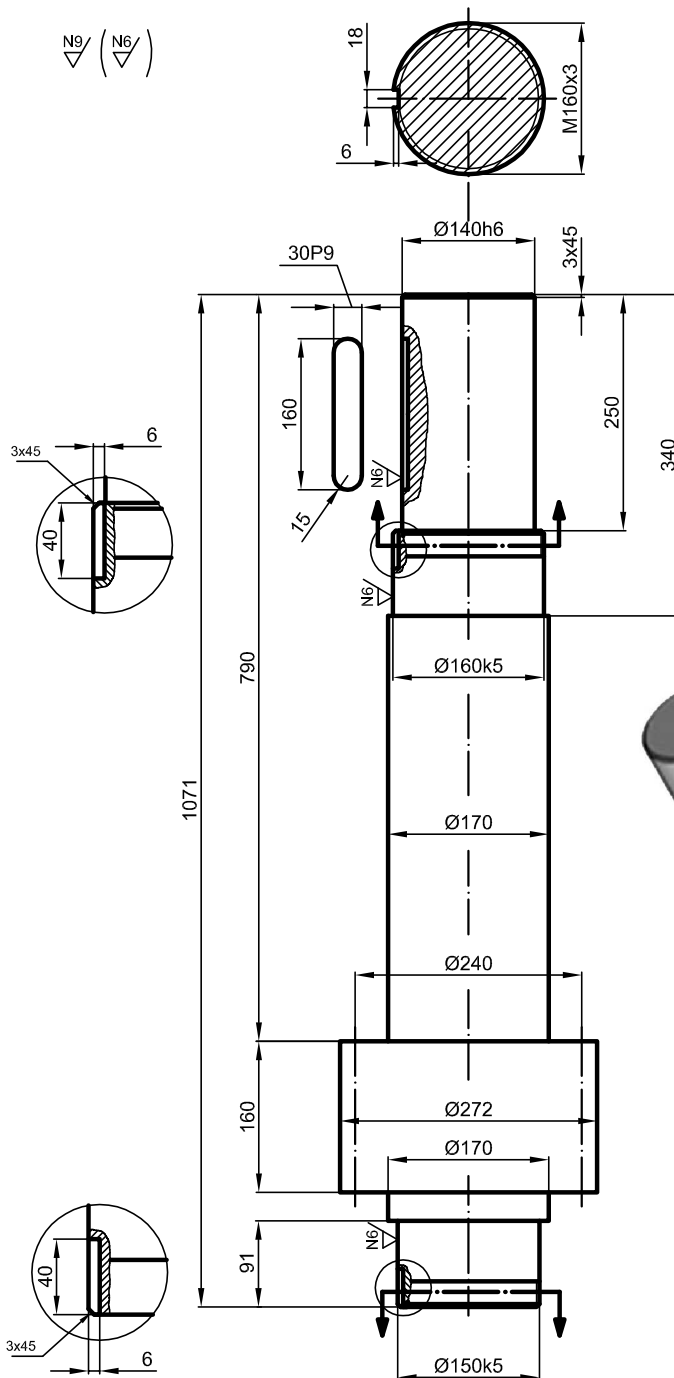
Nº PLANO:

1:8

8

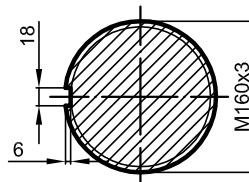
RUEDA DENTADA

N9 / (N6)



DATOS RUEDA

Módulo (M)	16
Nº de dientes (Z)	15
Diámetro primitivo (dp)	240 mm.
Diámetro exterior (dext)	272 mm.
Diámetro entre ejes	480 mm.



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO DE ING.
MECÁNICA, ENERGÉTICA
Y DE MATERIALES

PROYECTO:

**DISEÑO DEL LAYOUT DE UNA FÁBRICA PARA LA
PRODUCCIÓN DE CIERTA SERIE DE PIEZAS**

REALIZADO:

PÉREZ GARCÍA, ÓSCAR

FIRMA:

FECHA:

ESCALA:

Nº PLANO:

1:8

9

EJE DE ENTRADA

upna ANO:

Todos los derechos reservados
Eskubide guztiak erresalbatu dira

4.3. PROCESOS DE FABRICACIÓN Y SELECCIÓN DE MAQUINARIA

En esta sección determinaremos los procesos de fabricación necesarios para la producción de cada pieza. Posteriormente, explicaremos la selección de las máquinas herramienta que se emplearán para la realización de dichas piezas.

Para la determinación de dichos procesos, trataremos de simplificar en la medida de lo posible, evitando así complejos procesos de acabado y similares.

4.3.1. Procesos de fabricación

A continuación, expondré los procesos de fabricación requeridos para la producción de cada pieza, así como el orden correspondiente.

1- Tapa ejes: -Serrado

-Torneado

-Mandrinado

-Rectificado

2- Tapa ciega: -Serrado

-Torneado

-Mandrinado

-Rectificado

3- Eje de salida: -Serrado
-Torneado
-Fresado
-Rectificado

4- Soporte coronas: -Serrado
-Torneado
-Fresado
-Mandrinado
-Rectificado

5- Corona izquierda: -Serrado
-Torneado
-Fresado
-Mandrinado
-Rectificado

6- Corona derecha: -Serrado
-Torneado
-Fresado
-Mandrinado
-Rectificado

7- Eje intermedio: -Serrado

 -Torneado

 -Fresado

 -Rectificado

8- Rueda dentada: -Serrado

 -Torneado

 -Mandrinado

 -Fresado

 -Soldadura

 -Rectificado

9- Eje de entrada: -Serrado

 -Torneado

 -Fresado

 -Rectificado

4.3.2. Relación de la maquinaria necesaria

A continuación podemos observar la relación de procesos de fabricación necesarios para la producción de todas las piezas:

- A- Fresado
- B- Torneado
- C- Serrado
- D- Rectificado
- E- Soldadura
- F- Mandrinado

Tal y como puede apreciarse, las máquinas necesarias para la producción de nuestro objetivo son:

- Sierras
- Tornos
- Fresadoras
- Mandrinadoras
- Puestos de soldadura
- Rectificadoras

4.3.3. Determinación de los tiempos de máquina

Para la estimación del tiempo de máquina correspondiente a cada proceso, se han observado multitud de procesos en piezas similares, en diferentes talleres de la comarca,

con diferentes modelos de máquina herramienta. Un ejemplo de uno de ellos es el de la empresa Impreci, de Pamplona. También me he documentado con diferentes vídeos y diverso material gráfico en la red.

Finalmente, para ajustar la duración de cada proceso en función de nuestras piezas, he realizado una interpolación en las diferentes observaciones, basándome en las diferentes dimensiones de nuestras piezas, y comparándolas con las de las piezas de los diferentes procesos observados.

El resultado fue la siguiente tabla de tiempos (el tiempo figura en segundos):

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Sierra	240	240	150	500	600	600	270	600	220	3420
Torno	150	160	280	810	720	720	390	720	320	4270
Fresa	0	0	180	35	1470	1470	1320	1500	705	6680
mandrinado	130	110	0	315	120	120	180	180	0	1155
rectificado	400	400	310	680	280	280	510	640	310	3810
soldadura	0	0	0	0	0	0	0	480	0	480
TOTAL	920	910	920	2340	3190	3190	2670	4120	1555	

Tabla: Tiempos de máquina

4.3.4. Elección del número de máquinas

Una vez observados los tiempos de máquina totales correspondientes a cada una de las máquinas, se determina la proporción aproximada de máquinas de cada tipo necesarias. Para ello, se estimó que la capacidad de trabajo de la máquina que se elegirá fuese similar a las máquinas observadas en los diferentes documentos audiovisuales consultados.

Esta proporción, si nos fijamos en la pieza que más tarde en fabricarse (pieza número 7, Eje Intermedio) es aproximadamente la siguiente:

- 5 fresadoras
- 1 rectificadora
- 2 sierras
- 3 tornos
- 1 puesto de soldadura
- 1 mandrinadora

En base a ello, decidí que el taller que vamos a simular contaría con:

- De 7 a 10 fresadoras.
- De 5 a 8 tornos.
- 4 o 5 rectificadoras.
- 1 puesto de soldadura.
- 2 o 3 mandrinadoras.
- De 4 a 6 sierras.

Salta a la vista que la cantidad de máquinas elegida no se corresponde exactamente con la proporción mencionada anteriormente. Ello es debido a que no se desea implementar un taller de mecanizado pensado única y exclusivamente para la producción de las presentes piezas. La idea es partir de una fábrica más o menos compatible para la realización de nuestros propósitos, en ningún caso se desea una nave diseñada para la fabricación de este producto en concreto y en exclusiva.

Así pues, la idea es posteriormente diseñar el layout de una fábrica, para el cual ya conozcamos la cantidad de máquinas, de forma que puedan obtenerse los mejores resultados en cuanto a productividad se refiere, según la solución que adoptemos.

4.3.5. Selección de maquinaria

A continuación, describiré las máquinas elegidas, así como las premisas bajo las cuales se tomarán las decisiones.

En primer lugar, las máquinas elegidas deberán ser últimos modelos, de nueva adquisición. En ningún momento se planteará la adquisición de maquinaria de segunda mano.

Se intentará que sean de distintos proveedores, y que todas ellas figuren en catálogo de manera que sus características dimensionales y productivas sean accesibles. También se pedirán presupuestos reales de las mismas a los proveedores correspondientes, con el fin de tener en cuenta ese dato de cara a su posible elección.

Para poder consultar diferentes proveedores de este tipo de maquinaria, decidí acudir a la página web de la Bienal de Bilbao. A través de este portal web pude acceder a todas las empresas del sector.

Después de muchas horas de consulta en las webs de los diferentes proveedores, realicé una selección de las que me parecían más interesantes por su buena reputación como por ejemplo la empresa Zayer en materia de fresadoras, o el Grupo Danobat.

Posteriormente me puse en contacto con los fabricantes para recibir las especificaciones y/o el catálogo correspondiente para en última instancia tomar la decisión de qué máquina elegir.

Así pues, las máquinas elegidas fueron las siguientes:

4.3.5.1. Tornos

Fabricante: Gurutzpe

Modelo: A1200

Dimensiones en planta (mm): 3.100 x 7.755

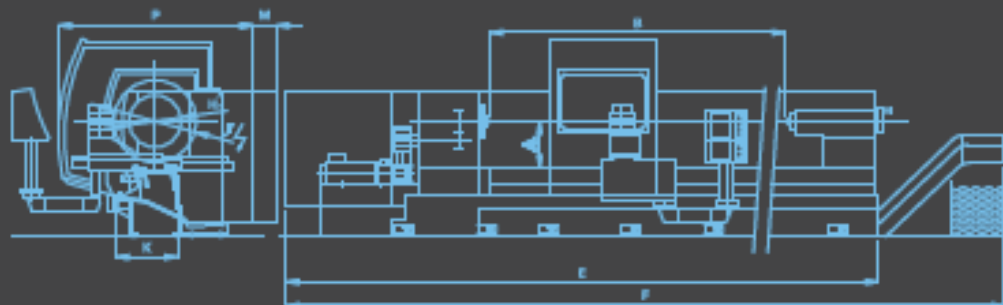
Precio: 360.000 €



Torno Gurutzpe A1200

A continuación, podemos ver un extracto del catálogo donde figuran las especificaciones de carácter dimensional del citado modelo de torno.

Cuadro técnico



Características Principales

		A-1000		A-1200		A-1600	
Altura centros	A	450	500	565	615	735	835
Volteo sobre carro	H	600	700	800	900	1000	1200
Volteo sobre bancada	I	900	1000	1100	1200	1400	1600
Curso carro transversal	mm	530		630		800	
Ancho bancada	K	640		750		1050	
Peso admisible sin lunetas	kg	4000/6000		6000/10000		10000/15000	
Orificio eje principal	mm	120	150	150*		110*	
Ø Rodamiento delantero	mm	160	200	200*		203*	
Adaptación eje	-	DIN 55026 Tipo A11		DIN 55026 Tipo A11*		DIN 55026 Tipo A15*	
Ø Cartera contrapunto	mm	125	140	140/180		180/220	
Potencia cabezal (S1/S8)	kw	22/28	28/34	28/34	38/48	38/48	51/65
Par cabezal (S1/S8)	Nm	2850/3630	3630/4420	3630/4420	6300/11450	11160/13740	14800/18800
Gama velocidades	rpm	0-1600		0-1600	0-1000	0-800	
Longitud en 3 metros	mm	(E) 5055	(F) 7155	(E) 6655	(F) 7755	(E) 7230	(F) 8830
Anchura máquina	mm	(P) 2400	(P+M) 3000	(P) 2500	(P+M) 3100	(P) 3050	(P+M) 3850

*MAYORES: consulte.

El fabricante se reserva el derecho a modificar algunas de las características aquí descritas si la mejora del diseño lo requiere.

Tornos Gurutzpe serie A-1x00. Especificaciones

4.3.5.2. Fresadoras:

Fabricante: Zayer

Modelo: 20 KF

Dimensiones en planta (mm): 3.200 x 7.800

Precio: 430.000 €



Fresadora Zayer 20 KF

En la página siguiente, podemos observar un extracto del catálogo correspondiente a las características técnicas de las fresadoras *Zayer 20KF / 20KFU*.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

	20KF	20KFU
Longitud de mesa - mm	3.000 - 5.000	
Ancho de mesa - mm	1.000 (1.300)*	
Recorrido longitudinal - mm	2.700 - 4.700	
Recorrido transversal - mm	1.250 (1.500)*	
Recorrido vertical - mm	1.000 (1.500)*	
Distancia min-máx de la mesa a la nariz del cabezal - mm	0-934 (1.434)*	
Avance rápido - mm/min	20.000	
Avance de trabajo - mm/min	6 - 10.000	
Accionamientos ejes X, Y, Z	X: H / 80	
H= husillo a bolas / Ø mm	Y: H / 80	
C= Cremallera / Módulo	Z: H / 80	
Potencia - kW	28	
Velocidad eje cabezal - min ⁻¹	35-3.000 (4.500-6.000)*	
Precisión de posicionamiento y repetibilidad - mm	0,010/4.000 0,005/4.000	
Almacén de herramientas	-	30 (40-60-80-100)*
Peso admisible sobre la mesa - kg	10.000	
Peso neto aproximado - kg	24.000 - 34.000	

(Opcional) *

Tabla: Características técnicas fresadoras Zayer 20KF / 20KFU

4.3.5.3. Rectificadoras

Fabricante: Autopulit

Modelo: HD/2UT-CNC 5

Dimensiones en planta (mm): 2.340 x 2.790

Precio: 320.000 €

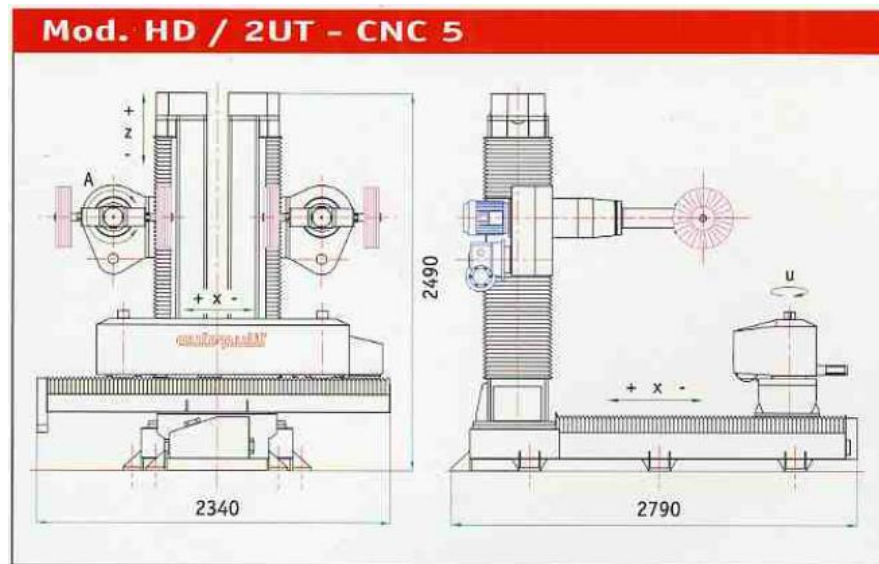
En la página siguiente figuran las características técnicas y dimensionales del modelo (extracto de catálogo), junto con la imagen del mismo.

Especificaciones técnicas	Technical specifications	Caractéristiques techniques	Technische Spezifikation	HD	RT
SERIE HD/RT-CNC	HD/RT-CNC SERIES	SÉRIE HD/RT-CNC	HD/RT-CNC BAUREIHE		
N.º portapiezas	Number of spindles	Nombre de porte pièces	Anzahl Werkstückträger	1 - 4	4 - 14
N.º cabezales	Number of working heads	Nombre de têtes de travail	Anzahl Köpfe	1 - 4	3 - 12
Motor cabezal CV	Head motor HP	Moteur tête CV	Kopftriebsmotor PS	5 - 10	
Cepillos	Mops-brushes	Brosses	Bürsten	Max. Ø 450 x 150 mm	
Velocidades	Speeds	Vitesses	Vorschub-/Drehzahlwerte		
Eje X	X axis	Axe X	Achse X	0 - 25 m/min	0 - 15 m/min
Eje Y	Y axis	Axe Y	Achse Y	0 - 20 m/min	0 - 15 m/min
Eje Z	Z axis	Axe Z	Achse Z	0 - 11 m/min	0 - 11 m/min
Eje A r.p.m.	r.p.m. A axis	Axe A t.p.m.	Achse A u.p.m.	0 - 16	0 - 8
Eje B r.p.m.	r.p.m. B axis	Axe B t.p.m.	Achse B u.p.m.	0 - 20	0 - 60
Giro cepillos r.p.m.	Buff rotation r.p.m.	Rotation des brosses t.p.m.	Bürsten Drehzahlwerte	500 - 2250	500 - 2250

Tabla: Características técnicas de la serie HD / RT de Autopulit



Rectificadora Autopulit. Modelo HD/2UT-CNC

Rectificadora *Autopulit*. Principales características dimensionales

4.3.5.4. Mandrinadoras

Fabricante: *Soraluce* (grupo *Danobat*)

Modelo: FXR 6000

Dimensiones en planta (mm): 12.000 x 4.800

Precio: 250.000 €

En la siguiente página podemos ver el aspecto de la mandrinadora elegida, así como su hoja de especificaciones (extracto de catálogo).



Mandrinadora Soraluce FXR 6000

CARACTERÍSTICAS		FXR-6000	FXR-8000	FXR-10000	FXR-12000	FXR-14000
Curso longitudinal, eje "X" **	mm	6000	8000	10000	12000	14000
Curso vertical, eje "Y"	mm	6000 (6500 / 7000)				
Curso transversal, eje "Z"	mm	1600 (1900)				
Cabezal automático indexado*	2,5°x2,5°	Estándar				
Potencia cabezal	kW	46 (60 / 71)				
Tipo de cono*		DIN 69871 A				
Tipo de tirante*		DIN 69872, <u>Form A</u>				
Gama de velocidades	rpm	3000 (4000 / 5000 / 6000)				
Avance rápido	mm/min	20000				
Control numérico digital*		Heidenhain iTNC 530				
Volante electrónico*		Heidenhain HR-410				
Depósito refrigeración		Estándar				
Peso de la máquina base	kg	55000	58000	61000	64000	67000

Mandrinadora Soraluce serie FXR. Especificaciones

LAYOUT FXR**DIMENSIONES**

	X	Y	Z	A	B	C	H	J
FXR-6000	6000	6000 (6500/7000)	1500 (1900)	12000	2187	3813	9200 (9700/10300)	4430 (4800)
FXR-8000	8000	6000 (6500/7000)	1500 (1900)	14100	2237	3863	9200 (9700/10300)	4430 (4800)
FXR-10000	10000	6000 (6500/7000)	1500 (1900)	16200	2287	3913	9200 (9700/10300)	4430 (4800)
FXR-12000	12000	6000 (6500/7000)	1500 (1900)	18300	2337	3963	9200 (9700/10300)	4430 (4800)
FXR-14000	14000	6000 (6500/7000)	1500 (1900)	20400	2387	4013	9200 (9700/10300)	4430 (4800)

Dimensiones en mm.

Soraluze serie FXR. Principales características dimensionales

4.3.5.5. Sierras:

Fabricante: Danobat

Modelo: CP 11.11

Dimensiones en planta (mm): 3.600 x 5.400

Precio: 96.000 €



Danobat CP 11.11

» Características técnicas

	CP 420AN	CP 520AF	CP 650A	CP 800A	CP 11.11A
Capacidad corte redondo	420 mm	520 mm	650 mm	800 mm	1100 mm
Capacidad corte rectángulo	420x420 mm	600x520 mm	650x650 mm	800x800 mm	1100x1100 mm
Capacidad corte paquetes	400x300 mm	600x300 mm	---	---	---
Dimensión de cinta	5920x41x1.3 mm	7690x54x1.6 mm	8015x67x1.6 mm	8700x67x1.6 mm	11100x67x1.6 mm
Velocidad de la cinta	17-113 m/min	13-100 m/min	13-100 m/min	12-73 m/min	11-80 m/min
Potencia de motor principal	5.5 Kw	7.5 Kw	7.5 Kw	7.5 Kw	11 Kw
Curso de alimentación	500 mm	500 mm	500 mm	400 mm	400 mm

Tabla: Especificaciones Danobat CP 11.11

4.3.5.6. Puestos de soldadura: mesas de trabajoFabricante: ForsterModelo: 1110A

Dimensiones en planta (mm): 2.400 x 1.200

Precio: 350 €



Mesa para soldadura *Forster 1110A*

Standard Welding Tables:

measures (l./w./h.):	table surface in grey cast iron		table surface in Al-Cu alloy	
	stationary	moveable	stationary	moveable
3000 x 1500 x 810 mm	Order No.: 1108	Order No.: 1008	Order No.: 1308	Order No.: 1208
3000 x 1200 x 810 mm	Order No.: 1109	Order No.: 1009	Order No.: 1309	Order No.: 1209
2400 x 1200 x 810 mm	Order No.: 1110	Order No.: 1010	Order No.: 1310	Order No.: 1210
2000 x 1000 x 810 mm	Order No.: 1115	Order No.: 1015	Order No.: 1315	Order No.: 1215
1800 x 1200 x 810 mm	Order No.: 1120	Order No.: 1020	Order No.: 1320	Order No.: 1220
1000 x 1200 x 810 mm	Order No.: 1130	Order No.: 1030	Order No.: 1330	Order No.: 1230

Forster 1110A. Especificaciones

Además de estas máquinas, también será necesario tener en cuenta el tipo de elemento transportador empleado, ya que sus especificaciones (velocidad, aceleración y deceleración) serán determinantes a la hora de determinar los resultados finales. El modelo de transportador elegido fue la siguiente transpaleta eléctrica:

4.3.5.7. Transpaletas eléctricas

Fabricante: *Linde*

Modelo: T 20 SF

Dimensiones en planta (mm): 1.925 x 790

Capacidad máxima de carga: 2.000 kg

Velocidad máxima: 10 km/h (8 km/h con carga)

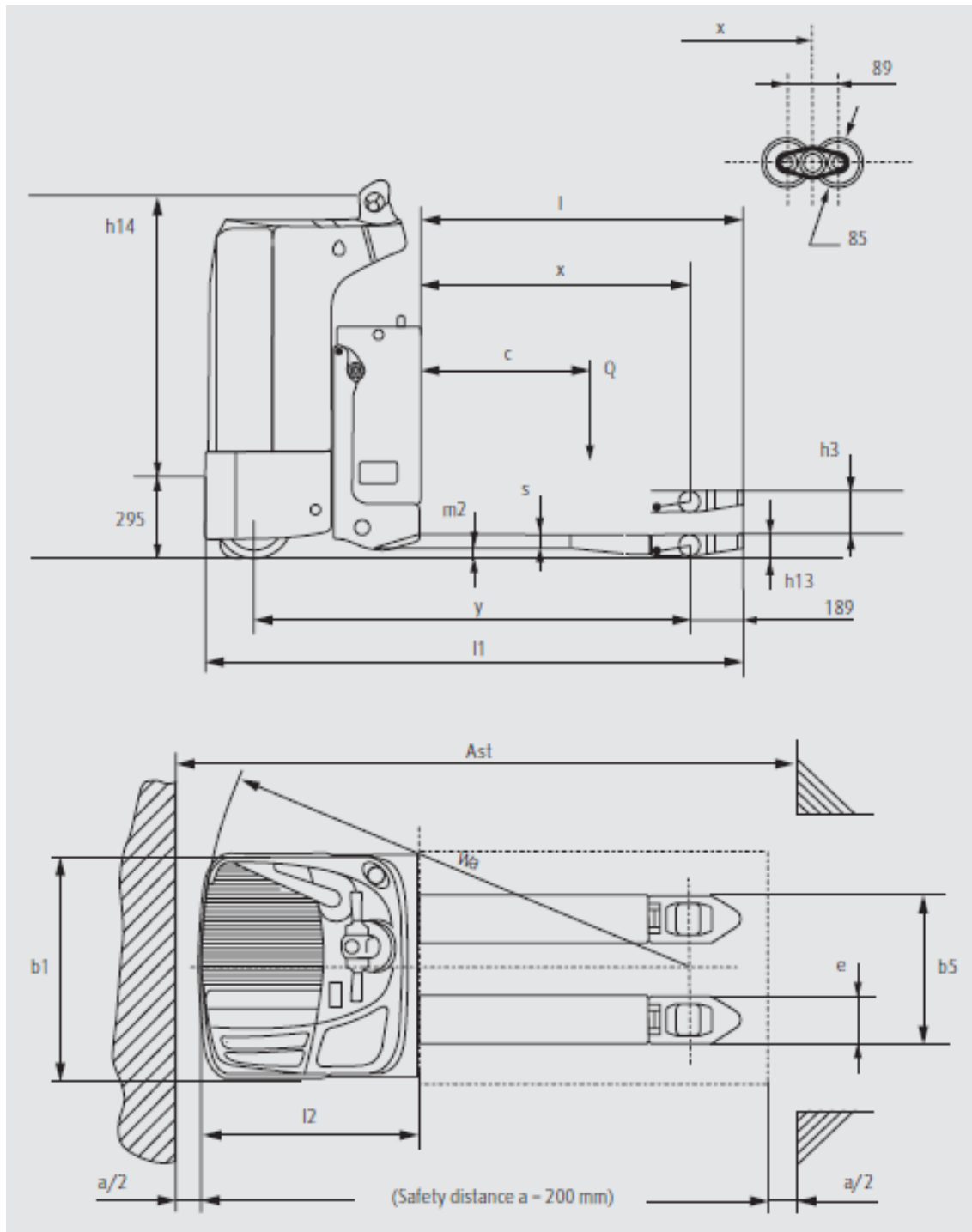
Precio: 10.000 €



Figuras: Transpaleta eléctrica *Linde* T 20 SF. Alzado y perfil



Figuras: Transpaleta eléctrica *Linde* T 20 SF. Detalle horquillas



Transpaleta eléctrica Linde T 20 SF. Dimensiones

Technical data (according to VDI 2198)

Characteristics	1.1	Manufacturer	LINDE
	1.2	Model designation	T 20 SF
	1.3	Power unit: battery, diesel, petrol, LP gas, mains power	Battery
	1.4	Operation: manual, pedestrian, stand-on, seated, order picker	Stand-on
	1.5	Load capacity	Q (kg) 2000
Weights	1.6	Load centre	c (mm) 600
	1.8	Axle centre to fork face	x (mm) 880/960 [§]
	1.9	Wheelbase	y (mm) 1564
	2.1	Service weight	kg 860 [§]
Chassis	2.2	Axle load with load, front/rear	kg 1145/1715
	2.3	Axle load without load, front/rear	kg 650/210
	3.1	Tyres, front/rear (SE = Superelastic, P = Polyurethane)	SE + P/P
	3.2	Tyre size, front	mm Ø 250 x 105
	3.3	Tyre size, rear	mm 1 x 85 x 105 (2 x 85 x 80) [§]
Dimensions	3.4	Auxiliary wheels (dimensions)	2 x 140 x 50
	3.5	Wheels, number front/rear (x = driven)	1x + 2/2 (1x + 2/4) [§]
	3.6	Track width, front	b10 (mm) 490
	3.7	Track width, rear	b11 (mm) 355
	4.4	Lift	h3 (mm) 125
	4.9	Height of tiller arm in operating position, min./max.	h14 (mm) 1020
	4.15	Fork height, lowered	h13 (mm) 85
	4.19	Overall length	l1 (mm) 1925
	4.20	Length to fork face	l2 (mm) 775
	4.21	Overall width	b1/b2 (mm) 790
	4.22	Fork dimensions	s/e/l (mm) 55/165/1150
	4.25	Fork spread	b5 (mm) 520 (680)
	4.32	Ground clearance, centre of wheelbase	m2 (mm) 30
	4.33	Aisle width with pallets 1000 x 1200 across forks	Ast (mm) 1975
	4.34	Aisle width with pallets 800 x 1200 along forks	Ast (mm) 2175
Performance	4.35	Turning radius	Wa (mm) 1657/1735 [§]
	5.1	Travel speed, with/without load	km/h 8.0/10.0
	5.2	Lifting speed, with/without load	m/s 0.035/0.055
	5.3	Lowering speed, with/without load	m/s 0.064/0.062
	5.7	Climbing ability, with/without load	% 3/14
Drive	5.8	Maximum climbing ability, with/without load	% 12/24
	5.10	Service brake	Electromagnetic
	6.1	Drive motor, 60 minute rating	kW 2.0
	6.2	Lift motor, 15 % rating	kW 1.0
	6.3	Battery according to IEC	254-2; A
Other	6.4	Battery voltage/rated capacity (5 h)	V/Ah 24/330L
	6.5	Battery weight (± 5 %)	kg 307
	8.1	Type of drive control	LDC Digital Control
	8.4	Mean noise level at driver's ear	dB (A) 68

Tabla: Transpaleta eléctrica *Linde* T 20 SF. Especificaciones técnicas

Una vez elegida la maquinaria a emplear, a continuación y en el siguiente bloque explicaré los posibles *layouts* a emplear así como su implementación y desarrollo teórico.

5. BLOQUE SEGUNDO: DISEÑO DEL LAYOUT

5.1. INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DEL LAYOUT

Existen cuatro diseños básicos de disposición del proceso de producción: por proceso o funcional, por producto o en cadena, celular y de puesto fijo.

La producción con disposición orientada hacia el proceso está basada en una distribución en planta de los elementos productivos que tiende a agruparlos por su afinidad funcional y operativa (así se dispondrán juntas, en un «taller», las máquinas y herramientas de naturaleza similar, tales como tornos, fresadoras, mandrinadoras, etc.). En esta distribución el producto tendrá que efectuar un recorrido más o menos complejo en función de las operaciones a que deba ser sometido.

El polo opuesto en cuanto a distribución del proceso se refiere, lo tendremos en la disposición en cadena u orientada al producto, en la que los elementos productivos se disponen en la planta en la misma secuencia que las operaciones que deben efectuarse sobre el producto y, por tanto estará justificada, en principio, a partir de ciertos volúmenes de producción del mismo producto o de productos de la misma familia que tengan una secuencia de operaciones similar.

La producción por producto, en el límite, nos llevará a la producción continua (cantidad muy grande de un producto que ya no se distingue individualmente, sino por un flujo, tal como el extrusionado plástico o tren de laminado de un metal).

La producción celular es un caso situado entre la producción orientada a proceso y a producto. Podemos definir la distribución celular como aquella que agrupa máquinas y estaciones de trabajo en una secuencia que genera un flujo continuo de materiales y componentes a través del proceso con transportes y esperas mínimos. A esta agrupación, generalmente muy compacta, se la denomina célula de trabajo. La producción de muy

pocas unidades o incluso de una sola, donde además el producto sea voluminoso y complejo, debería orientarse a la producción por puesto fijo o cadena de puestos fijos.

En cuanto al presente estudio, los dos tipos de layouts que propondré, diseñaré y evaluaré; serán la *distribución orientada hacia el proceso* y la *distribución celular*.

5.2. DISTRIBUCIÓN ORIENTADA HACIA EL PROCESO

5.2.1. Introducción a la distribución orientada hacia el proceso

En este apartado abordaré el diseño de nuestra planta, eligiendo un layout orientado hacia el proceso.

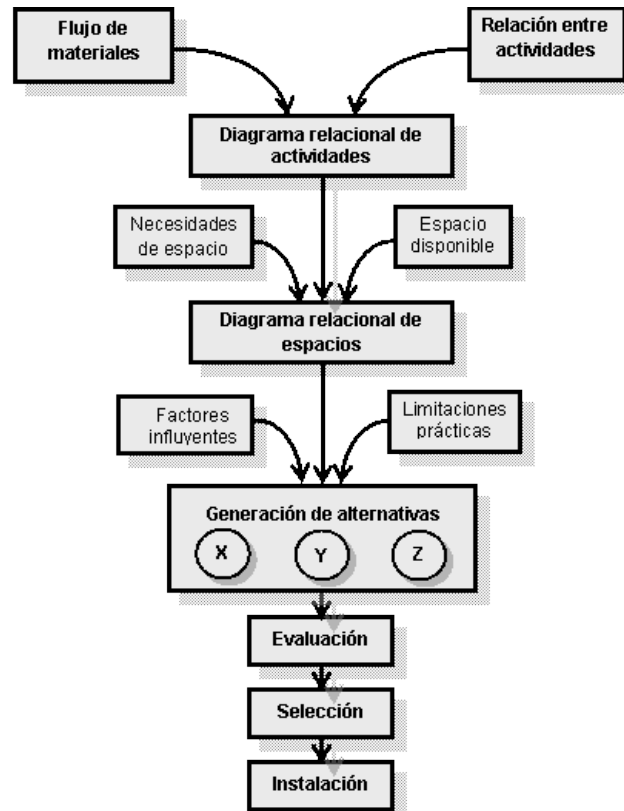
La distribución orientada a procesos se caracteriza por la agrupación de las actividades en secciones que contienen procesos de naturaleza parecida. El objetivo de la distribución en planta orientada a procesos consiste en optimizar la posición relativa de unas secciones respecto de otras. El criterio que suele utilizarse para valorar la función a optimizar suele ser el de las distancias recorridas por los productos para cumplir su ruta de tareas. Previamente se deberán haber tenido en cuenta aspectos relacionados con la ubicación de entradas y salidas, aspectos normativos y de seguridad (aunque no sea el caso del presente PFC), así como incompatibilidades de cercanía de las secciones

debido a la naturaleza de los procesos. Por ejemplo, sería incorrecto situar un almacén de materia prima o producto acabado en el centro de una planta, pues resulta imprescindible que los almacenes tengan acceso directo al exterior para facilitar las operaciones de carga y descarga de los vehículos de transporte. Tampoco sería aconsejable que una sección de pintura, secado o encolado se situara cerca de otra sección que desprendiera al ambiente partículas sólidas en suspensión, pues cualquier corriente de aire las transportaría y depositaría sobre la superficie en fase de secado.

5.2.2. Introducción al SLP

Por los motivos enunciados más arriba, sumados a las particularidades del problema en cada caso, el diseño de distribución en planta orientado hacia el proceso se aleja de ser un procedimiento exacto o automático y suele consistir en la sucesión de etapas de ensayo y mejora de la solución. No obstante, es ampliamente conocido el método SLP (*Systematic Layout Plannig*), el cual sirve de base para el análisis, búsqueda y selección de soluciones, y que explicaré brevemente a continuación.

Las etapas que componen el SLP se estructuran según lo expuesto en la siguiente figura:



Etapas del SLP (Systematic Layout Planning).

El desarrollo de soluciones es la parte más creativa del proceso, donde intentaremos obtener un cierto número de soluciones variadas (en la presente memoria únicamente reflejaremos dos de ellas). Cabe señalar que la solución a un problema de distribución en planta no es única. Las ventajas aportadas por unas y otras soluciones pueden ser dispares según el criterio escogido.

Finalmente, teniendo en cuenta las limitaciones prácticas y otros factores influyentes no considerados hasta el momento se establecerá una evaluación para cada solución, escogiendo la más favorable.

Evidentemente, se han tomado ciertas simplificaciones a la hora de reflejar este estudio, tras las cuales se ha determinado que la fábrica/taller que se desea plantear presenta, además de un almacén para material base y otro para producto terminado, seis secciones que podemos ver a continuación:

A. FRESADO
B. TORNEADO
C. SERRADO
D. RECTIFICADO
E. SOLDADURA
F. MANDRINADO

Secciones de la planta industrial.

El espacio previsto para llevar a cabo esta actividad industrial simplificada es de unos 8.500 m^2 útiles, o más concretamente, se dispone de una nave con unas dimensiones útiles de $113 \times 75 \text{ m}$.

El almacén de material base deberá tener una superficie de aproximadamente 330 m^2 .

El almacén de producto terminado deberá contar con una superficie comprendida entre 500 y 600 m^2 .

Ambos almacenes en ningún caso deberán estar situados en el centro de la nave si no que deberán situarse, evidentemente, de tal forma que cuenten con una salida directa al exterior.

A continuación, explicaré paso a paso la aplicación del SLP a nuestro problema a estudio:

5.2.3. Aplicación del SLP

5.2.3.1. Flujo de Materiales

Para estudiar el movimiento de materiales deberemos partir de la descripción del proceso de producción. Concretamente resulta de gran importancia el hecho de conocer la secuencia de actividades que sigue cada producto o pieza y poder establecer las

relaciones existentes entre secciones de acuerdo con la ruta que seguirá cada unidad producida.

En nuestro caso de estudio, conocemos los nueve tipos de pieza a fabricar. A continuación se describe el circuito (proceso) que sigue cada tipo de pieza y la frecuencia promedio con la que se da la fabricación de cada una, que evidentemente es la misma para todas ellas (aproximadamente el 11%) ya que el conjunto a fabricar consta de una pieza de cada tipo:

PIEZA	SECUENCIA	FRECUENCIA
1. Tapa de ejes	C-B-F-D	11%
2. Tapa ciega	C-B-F-D	11%
3. Eje de salida	C-B-A-D	11%
4. Soporte coronas	C-B-A-F-D	11%
5. Corona izquierda	C-B-A-F-D	11%
6. Corona derecha	C-B-A-F-D	11%
7. Eje intermedio	C-B-A-D	11%
8. Rueda dentada	C-B-F-A-E-D	11%
9. Eje de entrada	C-B-A-D	11%

Tabla: Tipos de circuitos y frecuencia

El circuito seguido por cada tipo de pieza viene determinado por las necesidades de fabricación para cada una de ellas, y no es objeto por tanto de optimización en nuestro problema.

5.2.3.2. Tabla de relaciones entre actividades

El siguiente paso en el diseño de una distribución en planta es conocer las cantidades a producir. Resulta importante disponer de una previsión sobre estos datos para un horizonte suficientemente amplio para poder garantizar que la solución adoptada será conveniente durante este plazo de tiempo. Las cantidades a producir de cada producto,

junto con el diagrama de proceso, establecerá la importancia relativa que tienen ciertos centros productivos con respecto a otros.

Nuestro objetivo será intentar acercar los procesos productivos con mayor interacción entre sí, y alejarlos de los procesos con los que tienen menor interacción.

Una forma de presentar la información sobre los movimientos de materiales que existen entre los distintos procesos productivos es la *matriz de relaciones*. Se trata de una matriz simétrica donde las filas indican el proceso de origen (el proceso del que sale cada pieza) y las columnas el proceso de destino (proceso al que se dirige cada pieza).

Para nuestro caso de estudio, debemos encontrar la matriz de relaciones entre cada sección de acuerdo con la frecuencia con la que las piezas van de cada proceso productivo a cualquiera de los restantes. Cabe destacar que para nuestro diseño, la relación entre secciones de procesos productivos es simétrica (ir de la sección “A” a la sección “B” tiene el mismo coste que ir de la sección “B” a la sección “A”).

La frecuencia entre cada par de secciones se obtiene de la observación del proceso productivo de cada pieza (ejemplo: el 66 % de las piezas van de la sección de torneado “B” a la sección de fresado “A”, por lo que su frecuencia es del 66 %).

Cabe destacar que las relaciones entre las diferentes secciones se dan ninguna o una única vez en cada pieza.

	A	B	C	D	E
B	66				
C	0	99			
D	33	0	0		
E	11	0	0	11	
F	44	33	0	55	0

Tabla: Matriz de relaciones

5.2.3.3. Clasificación de las relaciones: diagrama de relaciones

En el método SLP (*Systematic Layout Planning*) el estudio del recorrido de los materiales y el de las relaciones entre actividades converge en el denominado diagrama de relaciones. El diagrama de relaciones incorpora información sobre la importancia relativa de una sección respecto a otra, pero en ningún caso incluye información sobre la superficie necesaria. La importancia relativa indicará la conveniencia de que una sección se encuentre cercana a otra sección según sea el nivel de interacción. Para evaluar la importancia relativa entre secciones puede hacerse una clasificación de las relaciones.

La clasificación habitualmente se realiza en cinco intervalos (A, E, I, O, U) siendo su importancia relativa de mayor a menor (la clasificación A indica mucha interacción entre secciones y por lo tanto una gran importancia relativa). A la clasificación en cinco intervalos se le suele añadir una sexta clasificación denominada «X» que indica que la relación entre secciones es indeseable (es decir, que se intente evitar en lo posible la cercanía entre secciones clasificadas como «X»):

A: Absolutamente necesaria.

E: Especialmente importante.

I: Importante.

O: Ordinaria.

U: No importante.

X: Indeseable.

La clasificación A, E, I, O, U, X, para nuestro caso de estudio, se ha obtenido dividiendo el intervalo de valores posibles entre cinco categorías (no se contempla la posibilidad de relación indeseable), de acuerdo con la siguiente escala:






A: 80-100		Absolutamente necesaria
E: 60-80		Especialmente importante
I: 40-60		Importante
O: 20-40		Ordinaria
U: 0-10		No importante

Tabla: Intervalos de importancia relativa

Como puede verse, la clasificación A, E, I, O, U también puede ser cromática sobre la tabla de relaciones (ver sección 5.2.3.2).

A partir de la clasificación entre las relaciones se deberá desarrollar el diagrama de relaciones. En el caso que estamos exponiendo, el diagrama de relaciones reúne la información obtenida en etapas anteriores y empieza a considerar la posición relativa en el espacio de las diferentes secciones correspondientes a los diferentes procesos productivos.

Para dibujar el diagrama de relaciones, se sigue el orden de mayor a menor importancia de las relaciones, dibujando entre las diferentes secciones un número de líneas que corresponda con la clasificación A, E, I, O, U.

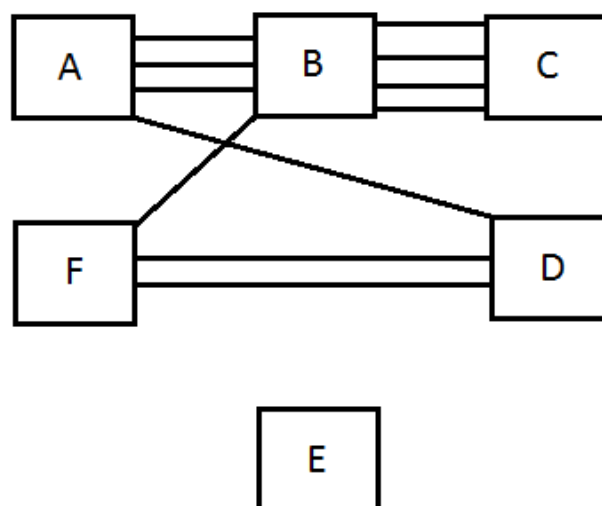


Diagrama de relaciones

5.2.3.4. Requerimientos de superficie

Cuando se trata de diseñar una nueva distribución en planta para un sistema productivo existente se pueden estimar las necesidades de superficie por un procedimiento de extrapolación. También cabe la posibilidad de dibujar un croquis a escala o utilizar plantillas y situarlas en diversas posiciones hasta alcanzar una disposición satisfactoria. A continuación presentamos un método de ayuda al cálculo de superficies en el caso de manufactura; su autor es *P.F. Guerchet*.

Para cada elemento a distribuir, la superficie total necesaria se calcula como la suma de tres superficies parciales:

-Superficie estática, S_s : es la superficie correspondiente a los muebles, máquinas e instalaciones.

-Superficie de gravitación, S_g : es la superficie utilizada alrededor de los puestos de trabajo por el obrero y por el material acopiado para las operaciones en curso. Esta superficie se obtiene, para cada elemento, multiplicando la superficie estática por el número de lados a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados.

$$S_g = S_s \times N$$

-Superficie de evolución, S_e : es la superficie que hay que reservar entre los puestos de trabajo para los desplazamientos de personal y para la manutención.

$$S_e = (S_g + S_s) \times K$$

Donde K es un coeficiente que puede variar desde 0,5 hasta 3. Se calcula como una relación entre las dimensiones de los hombros u objetos desplazados, por una parte; y el doble de las cotas medias de muebles o máquinas entre las cuales estos se desenvuelven.

Existen diferentes valores de K tabulados según el tipo de industria al que hagamos referencia. Para nuestro objeto, nos interesa el valor de esta constante para el caso de la industria mecánica, y ese valor viene dado por $K = 2,5$.

Así pues, y teniendo en cuenta la cantidad de máquinas en cada sección y las dimensiones en planta de los modelos elegidos, las superficies totales necesarias serán:

A. FRESADO: 10 fresadoras de 3.200 x 7.800 mm

$$S_s = 249,6 \text{ m}^2$$

$$S_g = S_s \times N = 748,8 \text{ m}^2 \text{ (3 lados accesibles)}$$

$$S_e = (S_s + S_g) \times K = 2.496 \text{ m}^2$$

B. TORNEADO: 8 tornos de 3.100 x 7.750 mm

$$S_s = 192,324 \text{ m}^2$$

$$S_g = S_s \times N = 576,972 \text{ m}^2 \text{ (3 lados accesibles)}$$

$$S_e = (S_s + S_g) \times K = 1.923,24 \text{ m}^2$$

C. SERRADO: 6 sierras de 3.600 x 5.400 mm

$$S_s = 116,64 \text{ m}^2$$

$$S_g = S_s \times N = 349,92 \text{ m}^2 \text{ (3 lados accesibles)}$$

$$S_e = (S_s + S_g) \times K = 1.166,4 \text{ m}^2$$

D. RECTIFICADO: 5 rectificadoras de 2.340 x 2.790 mm

$$S_s = 32,643 \text{ m}^2$$

$$S_g = S_s \times N = 97,927 \text{ m}^2 \text{ (3 lados accesibles)}$$

$$S_e = (S_s + S_g) \times K = 2.496 \text{ m}^2$$

E. SOLDADURA: 2 mesas para soldadura de 2.400 x 1.200 mm

$$S_s = 5,76 \text{ m}^2$$

$$S_g = S_s \times N = 23,04 \text{ m}^2 \text{ (accesible por los 4 costados)}$$

$$S_e = (S_s + S_g) \times K = 72 \text{ m}^2$$

F. MANDRINADO: 3 mandrinadoras de 12.000 x 4.800 mm

$$S_s = 172,8 \text{ m}^2$$

$$S_g = S_s \times N = 518,4 \text{ m}^2 \text{ (3 lados accesibles)}$$

$$S_e = (S_s + S_g) \times K = 1.728 \text{ m}^2$$

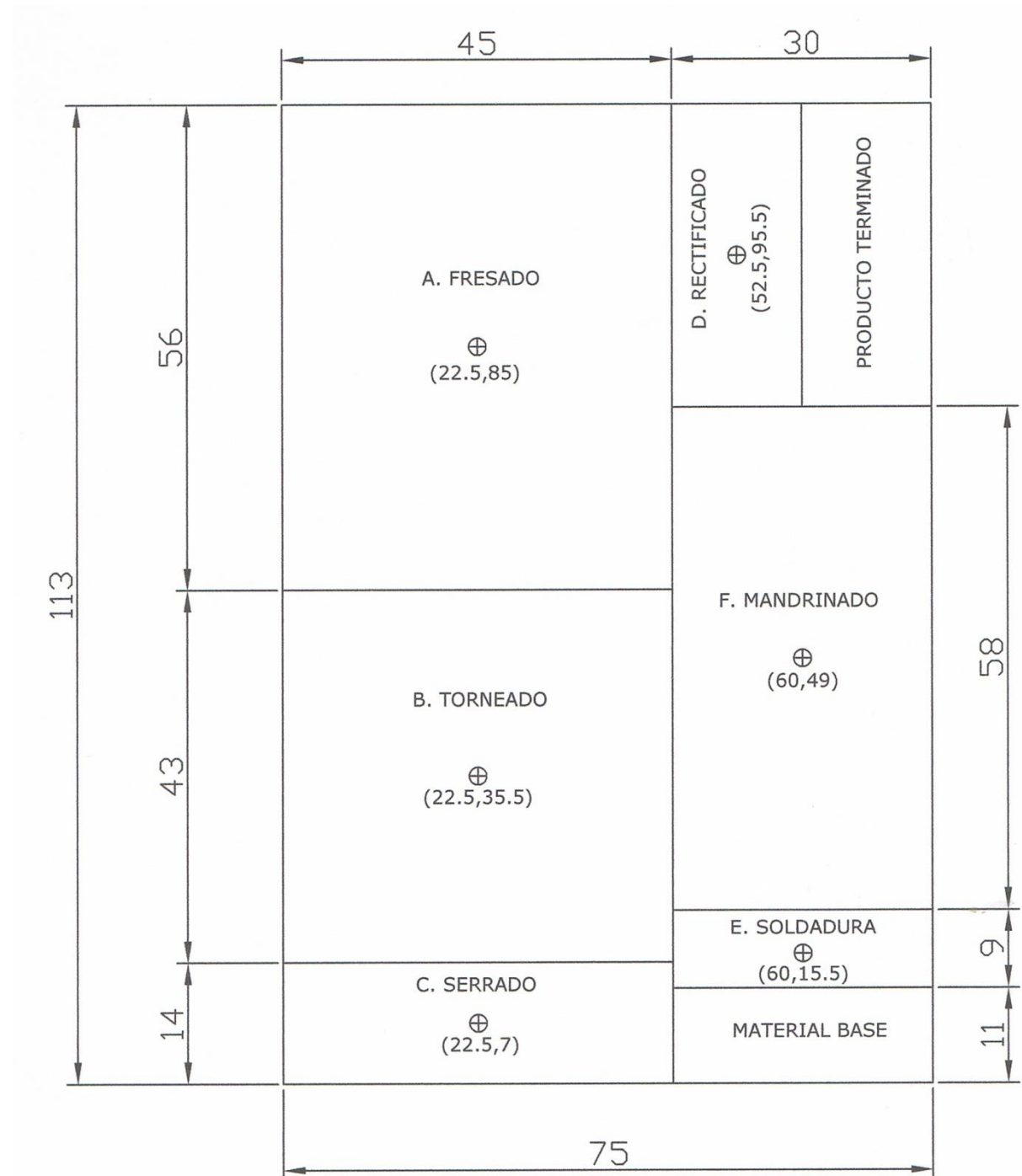
5.2.3.5. Análisis de soluciones

A la luz de los requerimientos de superficie necesarios para cada una de las secciones, y en base a las dimensiones de la nave industrial propuesta, se comienza a plantear los croquis de diferentes disposiciones de las diferentes secciones.

A continuación, pasaremos a analizar con detalle las dos soluciones más prometedoras.

5.2.3.5.1. Solución uno

Para esta primera solución se ha pensado en la siguiente disposición de secciones:



Esquema *Layout* solución uno

Para analizar la calidad y optimización de esta solución, tomaremos distancias rectangulares (desplazamiento en dirección X, más desplazamiento en dirección Y), pues parece razonable que la disposición de diferentes secciones genere entre ellas pasillos transversales, paralelos entre sí, y ortogonales al pasillo central de una sección a otra; lo que obligaría a realizar un desplazamiento longitudinal y otro transversal sobre la planta.

Otro tipo de distancia que se puede utilizar, si no hubiera obstáculos, es la distancia euclídea (en línea recta). Pero este no será el caso.

Se considerará que la distancia recorrida para ir de una zona a otra es entre centros de gravedad (es una simplificación bastante razonable). La matriz de distancias la calcularemos tomando como referencia el centro de gravedad de cada sección. Por ejemplo, la distancia entre la sección A y la sección D resulta de calcular:

$$d(A, D) = (|X_A - X_D| + |Y_A - Y_D|) = (|22,5 - 52,5| + |85 - 95,5|) = 40,5 \text{ m}$$

El coste asociado al layout diseñado se expresará como la suma de los metros recorridos por todas las piezas que componen el producto fabricar, y se obtendrá de sumar para cada sección la interacción que tiene con el resto de secciones por la distancia que las separa. Es decir, multiplicaremos cada término de la matriz de relaciones por la distancia que separa cada par de secciones.

A continuación puede verse la matriz de distancias entre secciones para esta primera solución:

	A	B	C	D	E
B	49,5				
C	78	28,5			
D	40,5	90	118,5		
E	107	57,5	46	87,5	
F	73,5	51	79,5	54	33,5

Tabla: Matriz de distancias solución uno

Y por último, la matriz de coste de desplazamientos para esta solución (se ha multiplicado cada uno de los términos anteriores por la frecuencia correspondiente):

	A	B	C	D	E
B	3.267				
C	0	2.821			
D	1.336	0	0		
E	1.177	0	0	962	
F	3.234	1.683	0	2970	0

Tabla: Matriz de coste de desplazamientos solución uno

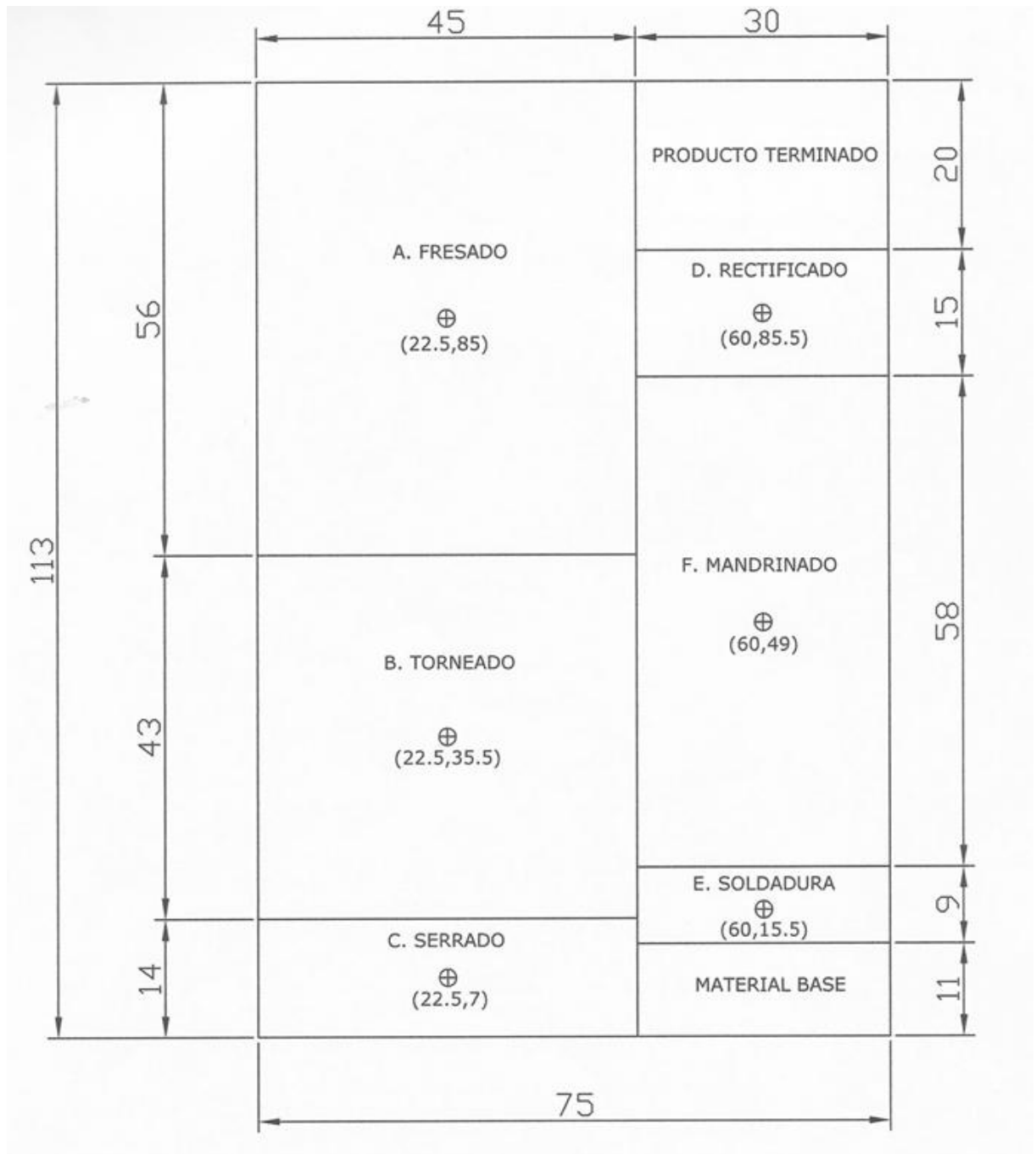
Así pues, el coste total asociado a esta primera solución resulta de sumar todos los desplazamientos:

$$coste = \sum a_{ij} = \mathbf{17.450\ m}$$

Si nos fijamos en el esquema del layout anterior, podemos deducir que podrían acortarse las distancias si redistribuimos las secciones de rectificado y producto terminado, de forma que el centro de gravedad de la primera se acerque significativamente al de la sección de mandrinado, sin alejarse apenas de la sección de fresado.

Bajo esta premisa, rediseñamos la solución primera con ese pequeño reajuste y obtenemos la solución segunda:

5.2.3.5.2. Solución dos:



Esquema *Layout* solución dos

A continuación puede verse la matriz de distancias entre secciones para esta segunda solución:

	A	B	C	D	E
B	49,5				
C	78	28,5			
D	38	87,5	116		
E	107	57,5	46	87,5	
F	73,5	51	79,5	36,5	33,5

Tabla: Matriz de distancias solución dos

Y por último, la matriz de coste de desplazamientos para esta solución (se ha multiplicado cada uno de los términos anteriores por la frecuencia correspondiente):

	A	B	C	D	E
B	3.267				
C	0	2.821			
D	1.250	0	0		
E	1.177	0	0	770	
F	3.234	1.683	0	2007	0

Tabla: Matriz de coste de desplazamientos solución uno

Así pues, el coste total asociado a esta segunda solución resulta de sumar todos los desplazamientos:

$$coste = \sum a_{ij} = 16.209 m$$

Por tanto, **esta última solución es la mejor, ya que el coste de desplazamientos es un 7,11 % menor.**

El ahorro se ha producido, principalmente, en los desplazamientos entre las secciones de rectificado y mandrinado.

5.3. LAYOUT CELULAR

5.3.1. Introducción al Layout celular

Cuando nos referimos a producción celular estamos refiriéndonos a un tipo de producción con las siguientes características:

- Procesos productivos de ensamblaje (manual o semiautomático).
- Líneas de ensamblaje (generalmente células en U) multiproducto, compactas y muy flexibles, capaces de producir pequeños lotes de varios productos diferentes.
- Los productos con procesos compatibles (equivalentes) pueden ser ensamblados en una única célula de producción.
- Productos con una demanda elevada y continua en el tiempo, pero no lo suficiente elevada como para tener una línea exclusiva o con gran capacidad.

5.3.2. La célula en U

La producción celular constituye un híbrido entre una configuración por producto y una configuración por proceso.

Si centramos nuestra atención exclusivamente en la unidad básica de la producción celular, la célula en U, descubrimos uno de los mejores ejemplos de distribución en planta orientada hacia producto: la configuración física sigue estrictamente el flujo productivo del producto, con puestos contiguos, trabajando unidad por unidad.

Sin embargo, si ampliamos la perspectiva, descubrimos que varias células de producción configuran un taller de ensamblaje, que a su vez está ligado con otros talleres productivos en el seno de la fábrica (como por ejemplo talleres de inyección, embutición, tratamiento superficial, incluso almacenes...). En este sentido, la producción celular es también un ejemplo de configuración por proceso: se ubican en un taller procesos similares (en este caso de ensamblaje) con problemáticas y soluciones similares.

Como ya hemos dicho, una célula en U es una línea de montaje manual con poca o ninguna automatización y con unas características especiales.

Lo más llamativo de la célula en U es la geometría a la que debe su nombre. Sin embargo, una distribución en planta en forma de U no es condición suficiente.

El concepto de «célula en U» no es únicamente un concepto geométrico sino que configura por sí mismo el núcleo de un auténtico sistema productivo que abarca la parte física (disposición en planta o *layout*) y el diseño del proceso productivo (flujo unidad por unidad), la gestión de la producción (flujo tirado), la estrategia de aprovisionamiento y los mecanismos de mejora continua (KAIZEN).

Por tanto, la configuración física de la célula en U no es un fin en sí mismo, sino el medio para conseguir una forma determinada de producir. Es esa forma de producir basada en la eliminación sistemática del no-valor añadido, la flexibilidad y la mejora continua lo que crea las características sin las cuales no podemos decir que tenemos una auténtica célula en U. Estas características se listan a continuación:

- En lo que se refiere al Layout:
 - El interior de la «U» debe estar totalmente libre de cualquier obstáculo: material, cajas, mesas, stock... El interior de la «U» es un espacio sólo para personas.
 - Todos los puestos de trabajo deben estar orientados hacia el interior de la «U» de forma que ninguno quede aislado de los demás.

-Las distancias entre puestos de trabajo deben ser reducidas (entre 80 y 100 cm) así como la anchura de la «U» (entre 110 y 150 cm). De este modo se permite el desplazamiento de los operarios entre puestos.

- En lo que se refiere al proceso:

-El proceso de ensamblaje debe ser unidad por unidad, de manera que entre dos puestos consecutivos haya como máximo una unidad en proceso. Los stocks intermedios están prohibidos.

- En referencia al aprovisionamiento:

-Debe ser posible aprovisionar material a cada puesto de trabajo y evacuar el producto acabado sin entrar en el interior de la «U».

A continuación pasaremos a escribir brevemente el diseño del layout con disposición celular.

5.3.3. Diseño de las células

Si observamos detenidamente las piezas a fabricar (ver sección 4.2. *Planos*), y especialmente los procesos de fabricación necesarios en cada una de ellas, inmediatamente surge la idea de que pueden ser separadas en tres grupos:

GRUPO 1:

- Pieza 1: Tapa de ejes.
- Pieza 2: Tapa ciega.
- Pieza 4: Soporte de coronas.

GRUPO 2:

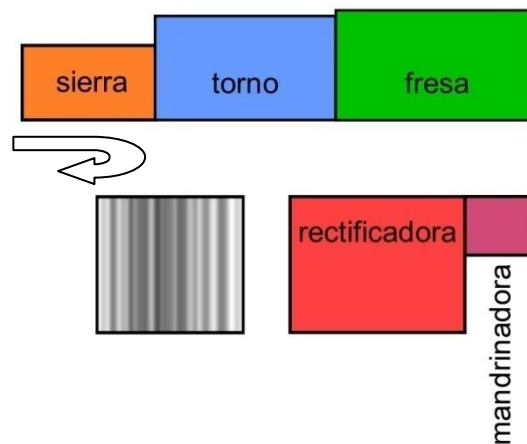
- Pieza 5: Corona izquierda.
- Pieza 6: Corona derecha.
- Pieza 8: Rueda dentada.

GRUPO 3:

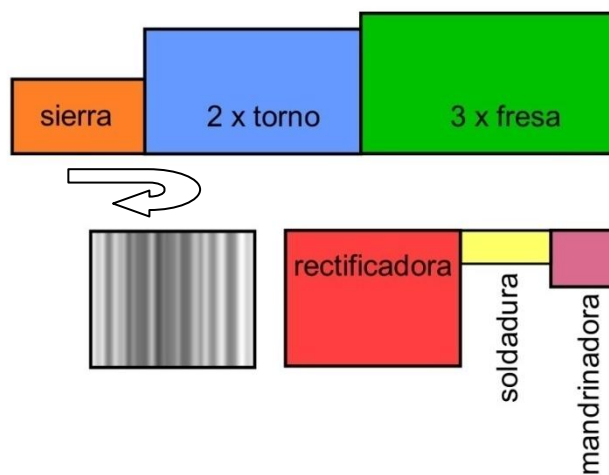
- Pieza 3: Eje de salida.
- Pieza 7: Eje intermedio.
- Pieza 9: Eje de entrada.

Diseñaremos las células de fabricación basándonos en esta clasificación, y teniendo en cuenta las máquinas de las que disponemos.

A continuación se muestran los esquemas de las células en U ya diseñadas teniendo en cuenta los diferentes criterios expuestos en el apartado anterior.

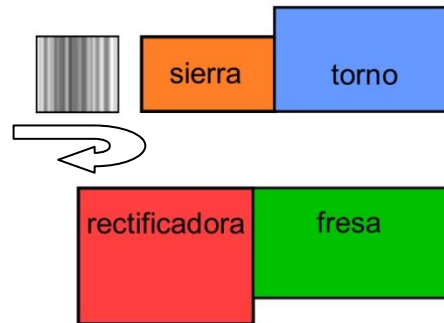
5.3.3.1. Célula uno:

Esquema de la célula uno

5.3.3.2. Célula dos:

Esquema de la célula dos

5.3.3.3. Célula tres:



Esquema de la célula tres

Así pues, la forma de distribuir las máquinas con las que contamos será empleando dos células en U de cada tipo.

Inicialmente se supuso que dispondríamos de 34 máquinas, pero si nos fijamos bien, la disposición de las células propuesta requiere 36 máquinas exactamente (se precisa una mandrinadora y una rectificadora adicionales). Asumiremos pues, que si al final resulta esta disposición la más conveniente, se deberá recurrir a un número menor de transportadores para acometer la adquisición de las máquinas adicionales o, en su defecto, recurrir a un modelo de transpaleta eléctrica más económico y de peores prestaciones.

6. BLOQUE TERCERO: SIMULACIÓN

6.1. Introducción a la simulación

En este bloque abordaremos la simulación de las soluciones proyectadas con el software *Enterpryse Dynamics*, o “ED”.

El objetivo, evidentemente, será el de determinar cuál de los layouts anteriormente propuestos ofrece una mejor solución (de mayor productividad).

6.2. Descripción del software empleado

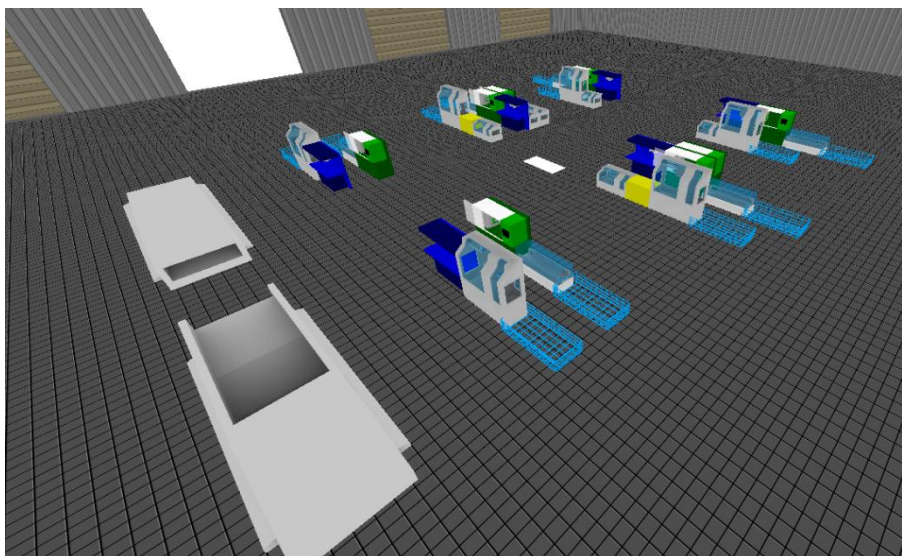
Para realizar la simulación de la implementación de las diferentes alternativas propuestas, se ha optado por el empleo del software de simulación Enterprise Dynamics, de la empresa Incontrol.

Durante la realización del PFC, se ha trabajado desde el domicilio del proyectante con la versión más reciente del software, en su variante educacional (versión 8); y con la versión completa del software desde el *Departamento de Ingeniería Mecánica, Energética y de Materiales* de la Universidad Pública de Navarra.

6.3. Simulación layout celular

Comenzaremos implementando el modelo de la nave industrial, utilizando el layout celular que describimos en anteriores secciones.

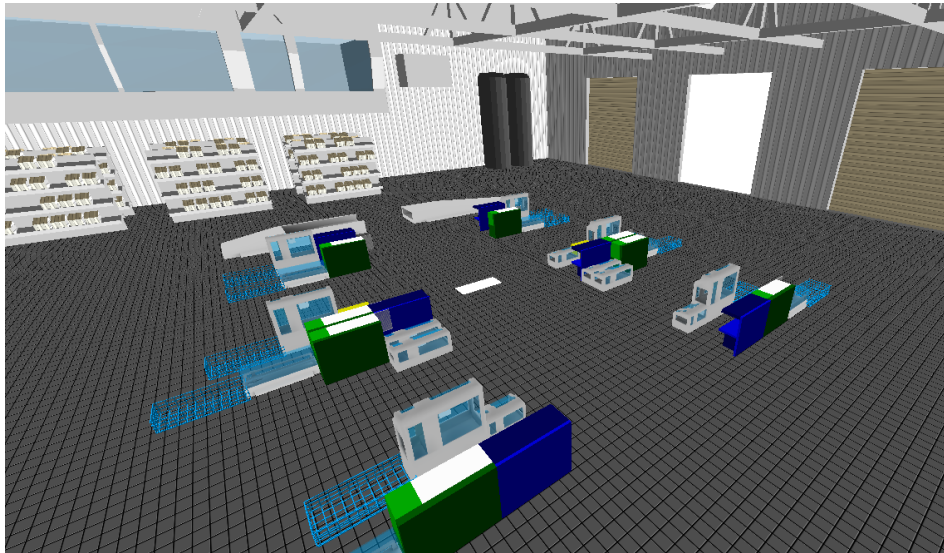
Las células serán tal y como se describieron en el *apartado 5.3.3*, quedando su disposición ya en la planta de la siguiente manera:



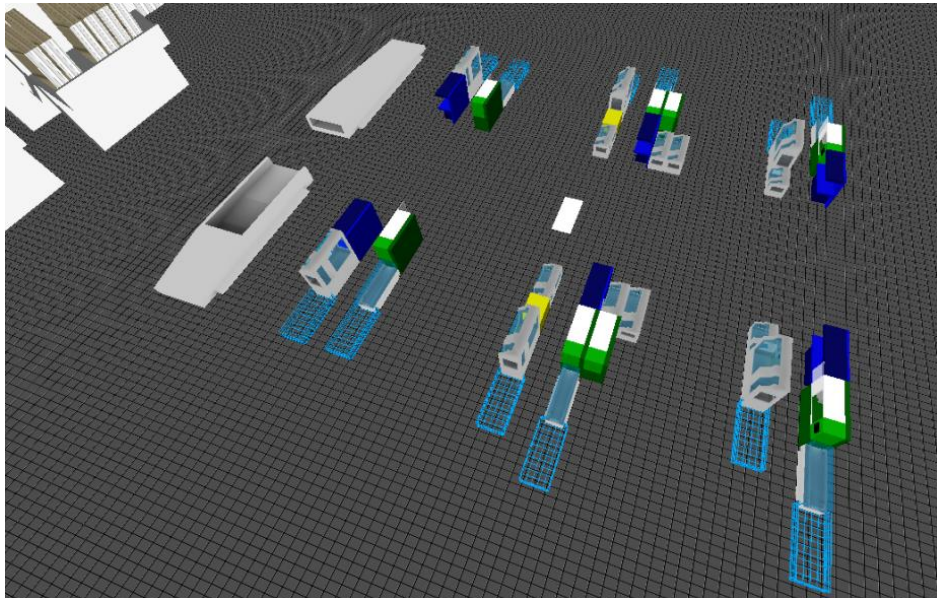
Vista 3D de la planta con distribución celular

Tal y como puede apreciarse, nos hemos servido de la herramienta de visualización 3D del software *Enterprise Dynamics*.

A continuación podemos ver otras dos imágenes de la vista en 3D de esta disposición:



Perspectiva de la nave industrial con distribución celular



Plano cenital de la nave industrial

Tras diseñar por completo toda la disposición de las células, se pensó en cómo distribuir los transportadores, es decir, ver qué células ha de servir o descargar cada uno de ellos.

- Tres de ellos se dedicarán a alimentar las células. Cada uno de esos tres alimentará únicamente al par de células de cada tipo. Así pues, estos transportadores son nombrados de la siguiente manera:

-Alimentador células1

-Alimentador células2

-Alimentador células3

- Nueve de ellos estarán dedicados a retirar las piezas terminadas que salgan de cada célula. Se dotará a cada célula de un transportador propio de la siguiente forma:

-Retirador célula 1A

-Retirador célula 1B

-Retirador célula 2A

-Retirador célula 2B

-Retirador célula 3A

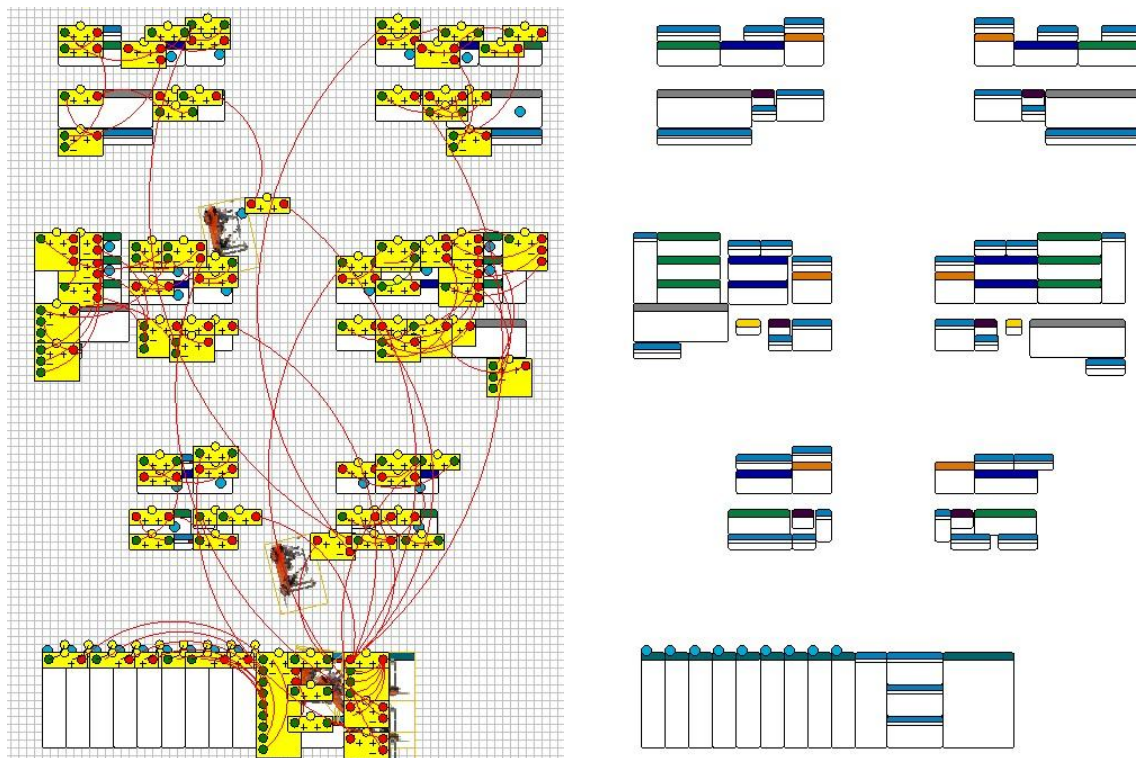
-Retirador célula 3B



Transportador: Transpaleta eléctrica Linde T 20 SF

Una vez que tuvimos las máquinas correctamente dispuestas, enlazadas y programadas (ver fichero *mod* correspondiente), nos dispusimos a realizar las simulaciones pertinentes.

Las siguientes figuras corresponden al layout debidamente implementado y listo para llevar a cabo la simulación de fabricación.



Figuras: Diagramas de conexiones entre átomos y esquema del layout celular

A la hora de observar los resultados, decidí que el índice que con mayor clarividencia mostraría la calidad de una disposición u otra, podría ser el número de piezas que se pueden producir en un turno, considerando que los turnos fuesen de ocho horas.

Así pues, realizamos una simulación de 200 turnos, tras la cual obtuvimos los siguientes resultados (datos extraídos del átomo *sink*):

Observation period	28800 h
Warmup period	0
Number of observations	200
Simulation method	Separate runs
Description	Advanced Transporter model

Atom :	producto terminado						
Cantidad piezas terminadas		Average	St.Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
		259.97	1.95	259.70	260.24	254.00	265.00

Tabla: Resultados de simulación

Como puede observarse, los datos de simulación obtenidos para este layout con disposición celular indican que la media de la cantidad de piezas que pueden producirse en un turno de 8 horas es de 259,97 piezas, con una desviación estándar de 1,95.

No conviene olvidar que para este layout estamos contando con dos máquinas adicionales, de modo que se habrá de tener en cuenta la penalización con respecto a los transportadores anteriormente descrita al final del apartado 5.3.3.

También observaremos el nivel de carga de cada máquina, fijándonos en el porcentaje de tiempo que están ocupadas. Para ello, hemos realizado un estudio con 50 simulaciones de turnos de ocho horas. A continuación se muestran los resultados en las tablas de utilización de las diferentes máquinas para esta disposición. Nótese que los datos mostrados corresponden a la media de las máquinas de la misma clase:

-Tornos:

	Average	St.Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
Status Idle	0.24	0	0.24	0.24	0.24	0.25
Status Busy	0.76	0	0.76	0.76	0.75	0.76

-Fresadoras:

	Average	St.Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
Status Idle	0.38	0	0.38	0.38	0.38	0.38
Status Busy	0.62	0	0.62	0.62	0.62	0.62

-Sierras:

	Average	St.Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
Status Idle	0.01	0	0.01	0.01	0	0.01
Status Busy	0.99	0	0.99	0.99	0.99	1

-Rectificadoras:

	Average	St.Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
Status Idle	0.34	0	0.34	0.35	0.34	0.35
Status Busy	0.66	0	0.65	0.66	0.65	0.66

-Puestos soldadura:

	Average	St.Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
Status Idle	0.78	0.01	0.78	0.78	0.77	0.8
Status Busy	0.22	0.01	0.22	0.22	0.2	0.23

-Mandrinadoras:

	Average	St.Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
Status Idle	0.71	0	0.71	0.71	0.7	0.71
Status Busy	0.29	0	0.29	0.29	0.29	0.3

Si nos fijamos un poco en los datos, se observa rápidamente que las sierras presentan una ocupación de prácticamente del 100 %. Ello es debido a que todas las piezas han de ser serradas. Es posible que este hecho sea determinante a la hora de comparar una disposición con otra, pero lo explicaremos más adelante.

Otro dato destacado es que las mesas de soldadura presentan una utilización muy baja. Podría pues, pensarse en suprimir una de ellas, pero dado el bajo coste del puesto de soldadura, no tiene mucho sentido ya que el hecho de tener dos mesas permite que las células 2A y 2B no tengan que compartir puesto de soldadura, evitando así un posible cuello de botella debido a colas en espera.

6.4. Simulación del layout orientado hacia el proceso

A continuación, nos disponemos a realizar la simulación de la nave y el proceso productivo, utilizando el layout orientado hacia el proceso que diseñamos en secciones anteriores (ver apartado 5.2).

Para esta simulación, las dimensiones de las máquinas y de los pasillos que se creen, son de vital importancia, de modo que la colocación de las máquinas en la nave-taller se llevó a cabo respetando al máximo las distancias reales, siguiendo de esta forma las dimensiones de catálogo de cada máquina. La razón de ello, es que la productividad siguiendo este layout estará estrechamente vinculada con las distancias que han de recorrer los transportadores, y por tanto el tiempo que tardarán en hacerlo.

Así pues, realizamos la distribución de las máquinas con el software *Enterprise Dynamics*. A continuación podemos ver algunas imágenes de la visualización 3D de la simulación de nuestra planta industrial:

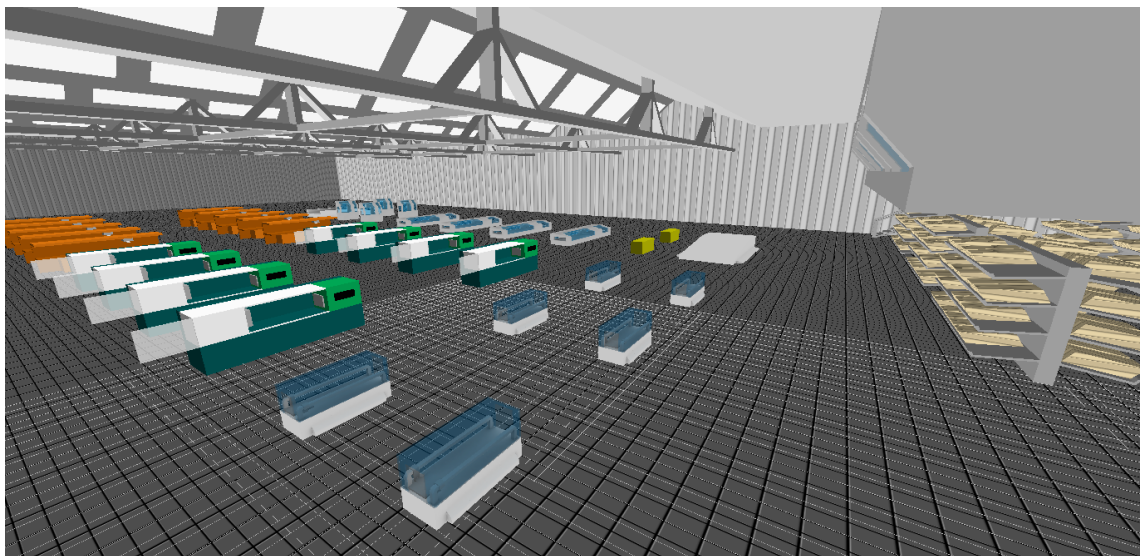


Figura: Nave con layout orientado hacia el proceso. Vista uno

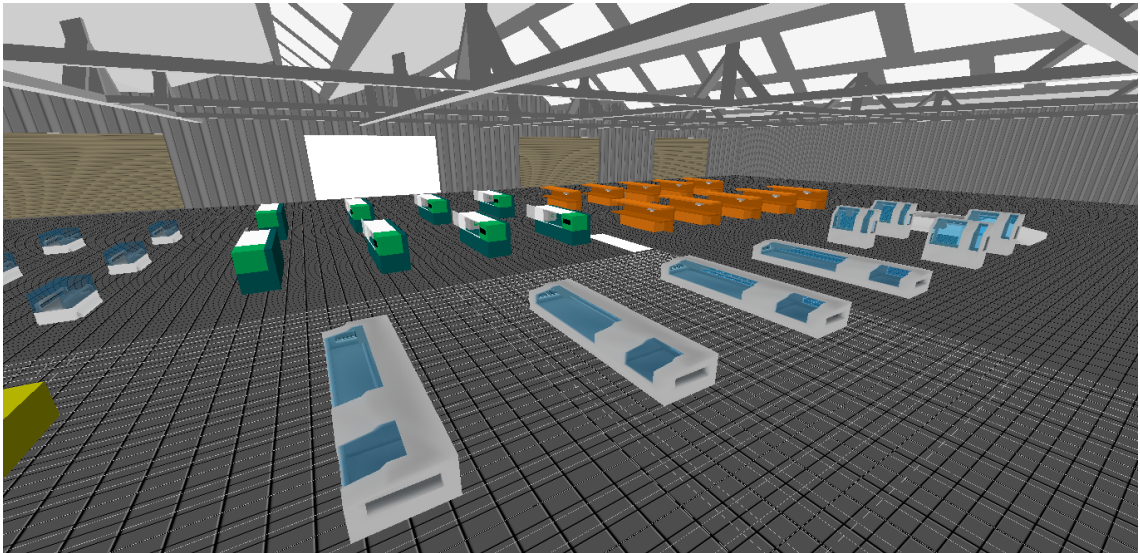


Figura: Nave con layout orientado hacia el proceso. Vista dos

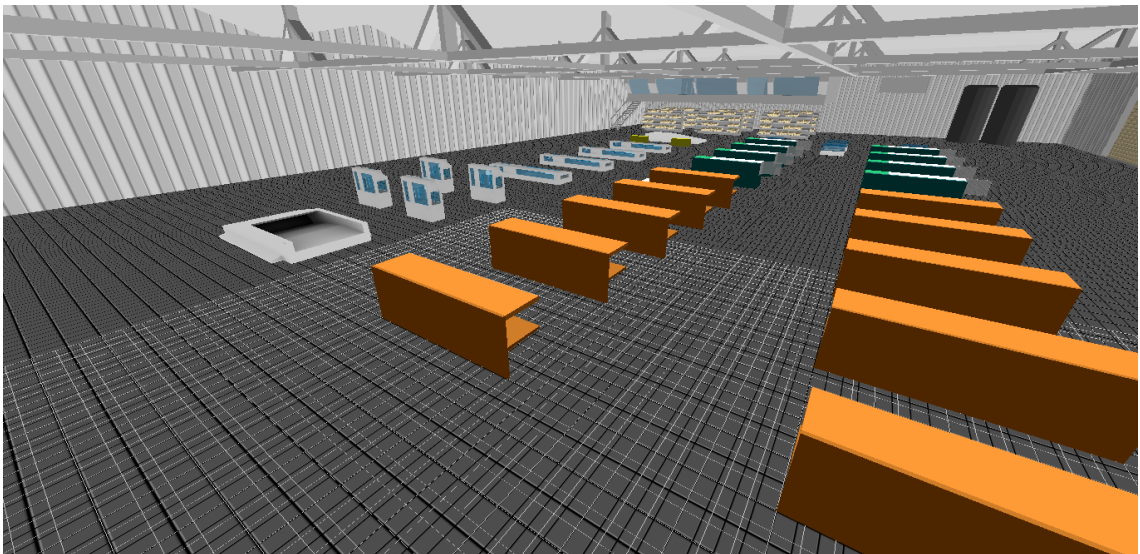


Figura: Nave con layout orientado hacia el proceso. Vista tres

Especialmente interesante es la siguiente imagen, ya que podemos observar la distribución en planta con una relación dimensional muy próxima a la que se daría en la realidad:

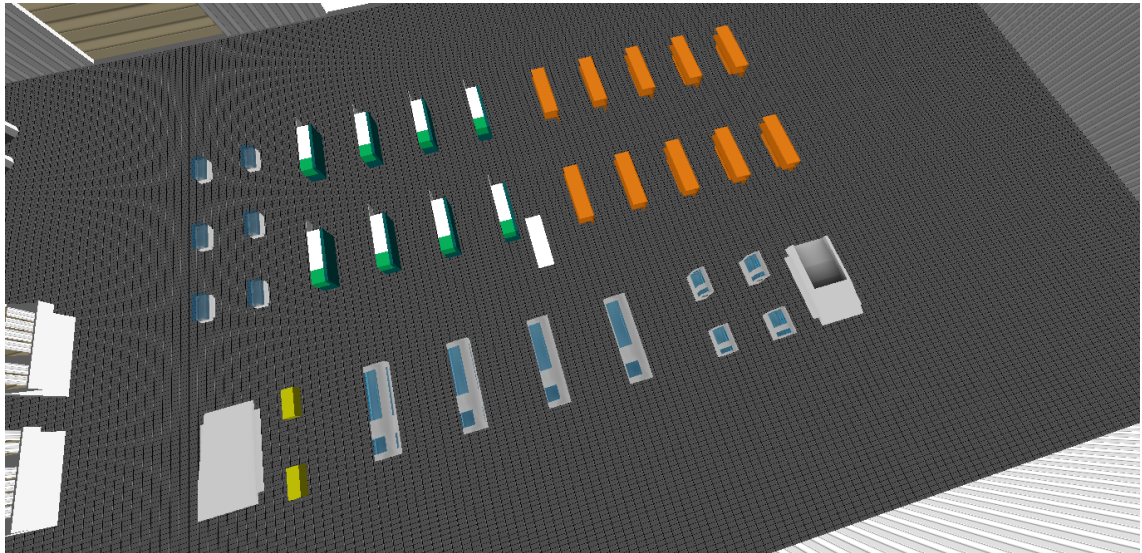


Figura: Nave con layout orientado hacia el proceso. Plano cenital

En cuanto a los transportadores, en esta ocasión decidí emplear siete transpaletas eléctricas, para que cumpliera, cada una de ellas, la siguiente función:

-Transportador 1:

Alimentar las sierras con el material base. Recorre la distancia existente entre el almacén de material base y cada una de las sierras (en esta ocasión las distancias son las reales y no de centro de gravedad a centro de gravedad como se supuso en el diseño de la secciones anteriores del presente trabajo).

-Transportador 2:

Traslada las piezas entre las sierras y los tornos. Concretamente, retira las piezas que van saliendo de las sierras y las lleva hacia los tornos para proceder a su alimentación.

-Transportador 3:

Retira las piezas que salen de los tornos. Posteriormente, las traslada hasta las máquinas de la sección correspondiente (rectificado, mandrinado y soldadura), según el tipo de pieza de la que se trate.

-Transportador 4:

Su misión es la de retirar las piezas que van saliendo de las máquinas de la sección de mandrinado, para dirigirlas a las máquinas de las secciones de rectificado y fresado, según el tipo de pieza de la que se trate.

-Transportador 5:

Recoge las piezas que van saliendo de los puestos de soldadura (más concretamente los soportes de coronas) y las dirige a las máquinas de la sección de rectificado.

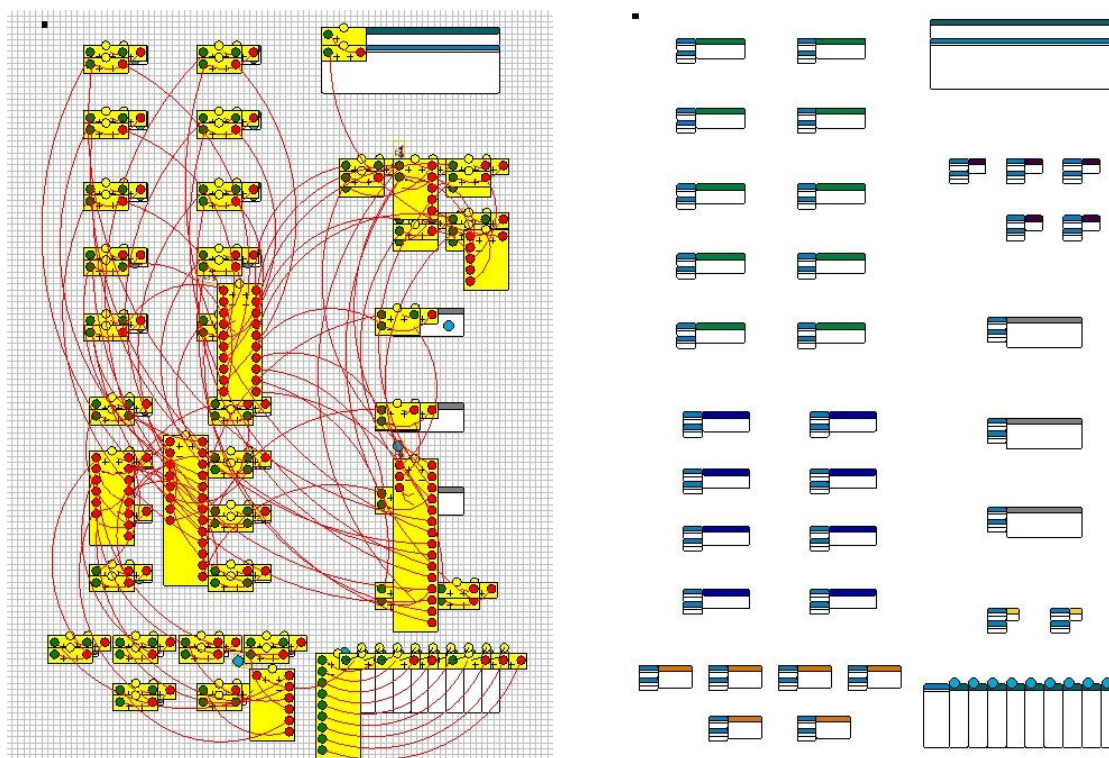
-Transportador 6:

Su misión es la de retirar las piezas salientes de las máquinas de la sección de torneado para dirigirlas a las máquinas de la sección de fresado o mandrinado, según el tipo de pieza (fresado para las piezas 3, 4, 5, 6, 7 y 9; mandrinado para el resto).

-Transportador 7

Por último, este transportador se encarga de retirar las piezas que van saliendo de las máquinas de la sección de mandrinado para llevarlas hasta el almacén de producto terminado.

Tras la disposición de las máquinas y su correcta programación y enlace (ver fichero *mod* correspondiente), realizamos la simulación con el software *Enterprise Dynamics*, llevando a cabo una tanda de 200 simulaciones en turnos de ocho horas, tal y como hicimos en el apartado correspondiente al layout celular.



Figuras: Diagramas de conexiones entre átomos y esquema del layout orientado hacia el proceso

En esta ocasión, sorprendentemente, los resultados fueron los siguientes:

Observation period :	28800 h
Warmup period :	0
Number of observations :	200
Simulation method :	Separate runs
Description :	cantidad de piezas

Atom :	producto terminado						
		Average	St.Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
cantidad piezas terminadas		273.65	4.76	272.99	274.31	260.00	286.00

Tabla: Resultados de simulación. Layout orientado hacia el proceso

Como puede observarse, los datos de simulación obtenidos para este layout con disposición orientada hacia el proceso indican que la media de la cantidad de piezas que

pueden producirse en un turno de 8 horas es de **273,65 piezas**, con una desviación estándar de 4,76.

También observaremos el nivel de carga de cada máquina, fijándonos en el porcentaje de tiempo que están ocupadas. Para ello, en esta ocasión también hemos realizado un estudio con 50 simulaciones de turnos de ocho horas.

A continuación se muestran los resultados en las tablas de utilización de las diferentes máquinas para esta disposición. Nótese que los datos mostrados corresponden a la media de las máquinas de la misma clase:

-Tornos:

	Average	St.Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
Status Idle	0.20	0.01	0.20	0.20	0.18	0.23
Status Busy	0.80	0.01	0.80	0.80	0.77	0.82

-Fresadoras:

	Average	St.Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
Status Idle	0.22	0.02	0.22	0.23	0.19	0.28
Status Busy	0.78	0.02	0.77	0.78	0.72	0.81

- Sierras:

	Average	St.Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
Status Idle	0.07	0.01	0.06	0.07	0.04	0.10
Status Busy	0.93	0.01	0.93	0.94	0.90	0.96

-Rectificadoras:

	Average	St.Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
Status Idle	0.19	0.01	0.19	0.19	0.16	0.22
Status Busy	0.81	0.01	0.81	0.81	0.78	0.84

-Puestos de soldadura:

	Average	St.Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
Status Idle	0.74	0.01	0.74	0.74	0.70	0.77
Status Busy	0.26	0.01	0.26	0.26	0.23	0.30

-Mandrinadoras:

	Average	St.Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
Status Idle	0.59	0.01	0.59	0.59	0.57	0.62
Status Busy	0.41	0.01	0.41	0.41	0.38	0.43

Fijándonos en los datos, vuelve a observarse una muy baja utilización de los puestos de soldadura al igual que ocurría en el caso de la disposición celular. Pero en esta ocasión sí que puede valorarse seriamente el suprimir uno de ellos ya que ambos se encuentran en una misma sección actuando de igual forma. La eliminación de uno de ellos no acarrearía un aumento en el coste de desplazamientos de los transportadores ni daría lugar a posibles cuellos de botella.

En cuanto a las sierras, de nuevo nos encontramos con una muy alta ocupación, pero no tan alta como en la disposición celular.

7. CONCLUSIONES

Explicar un proceso de diseño de *layout* por escrito, cuando su resultado final es de naturaleza gráfica y dependiente de diversos factores, es una tarea compleja.

El diseño y mejora del *layout*, es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta para el diseño de una nave industrial.

Desde el punto de vista de la concepción del mismo antes de la implementación en la fábrica, su importancia radica en que sin necesidad de realizar ningún tipo de inversión adicional significativa el resultado final, una vez implementado, es sensiblemente mejor en prácticamente todos los sentidos (mayor productividad y costes más bajos incluidos).

En lo que a la mejora de una distribución en planta ya existente se refiere, también adquiere una importancia elevada ya que es posible mejorar significativamente procesos productivos ya existentes, con inversiones relativamente bajas (asociadas principalmente al coste del traslado de máquinas y tiempos de no fabricación durante la implementación).

En cuanto a lo que se refiere al presente trabajo, obviamente su concepción ha sido abordada bajo una serie de hipótesis simplificadoras, dado el carácter primordialmente formativo del mismo. Recordemos que tanto el producto, como los procesos productivos, han tenido una concepción simplificada y orientada en cierta medida a un beneficio formativo por parte del proyectante.

No obstante, y una vez asumidas las mentadas hipótesis simplificadoras, se ha podido observar de manera clara y directa la influencia del citado diseño y mejora del *layout* en la implementación de un taller de mecanizado.

A continuación mostraremos un resumen de los resultados obtenidos así como las conclusiones pertinentes en base a los mismos.

Una vez diseñado el producto a fabricar, así como las piezas que lo componían, los diferentes procesos de fabricación necesarios, y las distintas máquinas necesarias para llevarlos a cabo; comencé a pensar, o intentar vaticinar más bien, cuál pudiera ser la solución que brindaría mejores resultados.

Tras documentarme y estudiar las distintas características de los distintos tipos de *layouts* existentes, comprobé con bastante celeridad que la solución a adoptar sería un típico *layout* orientado hacia el proceso como el que presentan la mayoría de talleres de mecanizado, o un *layout* con disposición celular.

Este último es el más moderno de todos y sobre el papel ofrece una serie de ventajas que parecen indicar que su adopción brindaría una mayor productividad frente a la distribución en planta orientada hacia el proceso.

A continuación mostraremos un resumen de los datos obtenidos en la parte de simulación, tras observarse 200 turnos de 8 horas:

Distribución celular:

Observation period	28800 h
Warmup period	0
Number of observations	200
Simulation method	Separate runs
Description	Cantidad de piezas

Atom :	producto terminado						
		Average	St.Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
Cantidad piezas terminadas		259.97	1.95	259.70	260.24	254.00	265.00

Tabla: Resultados de simulación, distribución celular

Distribución orientada hacia el proceso:

Observation period	28800 h
Warmup period	0
Number of observations	200
Simulation method	Separate runs
Description :	cantidad de piezas

Atom :	producto terminado						
		Average	St.Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
cantidad piezas terminadas		273.65	4.76	272.99	274.31	260.00	286.00

Tabla: Resultados de simulación, distribución orientada hacia el proceso

Como puede apreciarse, la productividad para el turno de ocho horas es sorprendentemente mejor si adoptamos un *layout* orientado hacia el proceso.

Concretamente, la productividad aumenta, tal y como puede verse, en un 5,26 %. Recordemos que los resultados correspondientes a la simulación con disposición celular se ven en cierta medida acrecentados por el hecho de contar con dos máquinas adicionales. Este hecho no hace sino reafirmar las citadas conclusiones.

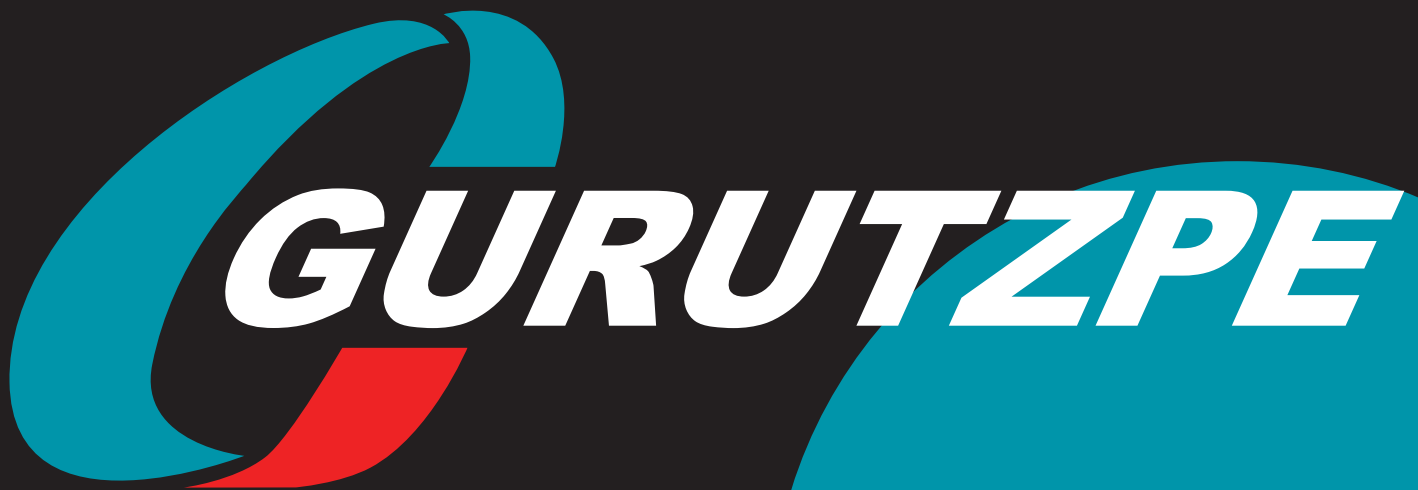
Los resultados obtenidos chocan frontalmente con las ideas preconcebidas con las que se partía, ya que la disposición celular, al estar revestida de todo ese aura de modernidad por un lado, y el hecho de que la habíamos diseñado con mayor grado de especificación de cara a la fabricación de nuestro producto en concreto, partía como favorita.

8. BIBLIOGRAFÍA

- MANUFACTURING, ENGINEERING AND TECHNOLOGY. Kalpakjian, Serope. Ed Pearson Educación, 2008
- FUNDAMENTALS OF MODERN MANUFACTURING. Mikell P. Groover. Ed McGraw-Hill Interamericana, 2007
- MANUAL PRÁCTICO DE DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS. Albert Suñé, Francisco Gil e Ignacio Arcusa. Ed Díaz de Santos, 2005
- ENTERPRISE DYNAMICS TUTORIAL. Incontrol Enterprise Dynamics. www.EnterpriseDynamics.com, 2011

9. ANEXOS

LÍDERES EN TORNOS HORIZONTALES CNC DE GRAN CAPACIDAD



GAMA 2 GUÍAS

A-1000

A-1200

A-1600





**“El prestigio de Gurutzpe es fruto
de más de 50 años de experiencia.”**



Historia

La industria de la Máquina-Herramienta en Gipuzkoa comienza su desarrollo en el siglo XX. Desde el comienzo de su andadura en 1957, con la fabricación del modelo convencional M1 hasta los Tornos CNC de última generación, Gurutzpe ha vendido más de 5.000 máquinas en los cinco continentes. A lo largo de estos años Gurutzpe ha sabido adaptarse a las distintas circunstancias y exigencias de cada época, lo cual le ha permitido convertirse en uno de los fabricantes de Tornos Horizontales CNC con más prestigio en el mundo.

Objetivos estratégicos

- Maximizar el valor de la empresa.
- Contribuir a la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes ofreciendo "soluciones a medida" que permitan el desarrollo de su competitividad.
- Consolidarnos como referentes mundiales en la fabricación de Tornos CNC de gran capacidad.
- Contribuir activamente al desarrollo técnico, profesional y humano de nuestros trabajadores e integrar en la gestión de la empresa a todas las personas de la organización.

Ubicación e instalaciones

Tornos Gurutzpe se encuentra ubicada en una de las zonas de mayor tradición industrial europea, en el corazón del País Vasco. Cuenta con unas instalaciones de más de 2000 m² destinados al montaje de sus máquinas.

Gama de productos y servicios

Gurutzpe presenta en este catálogo su gama de tornos de dos guías, que incorpora los últimos avances tecnológicos capaces de satisfacer las necesidades de mecanizado más exigentes.

Gurutzpe complementa su gama de productos con servicios de formación, puesta a punto y mantenimiento preventivo de sus máquinas, capaces de responder a cualquier necesidad puntual de sus clientes.



1- Torno Gurutzpe modelo A1200 4G (2007)
2- Modelo M1 (1957)



A-1000

“Orientado a cubrir las necesidades generales de mecanizado. Cuenta con todos los signos de identidad de Gurutzpe: gran rigidez y guías prismáticas en la bancada.”

El modelo A-1000 destaca por sus guías prismáticas en “V” invertida que posibilita un reajuste automático y una trayectoria rectilínea del carro sobre la bancada.

Además de la rigidez asociada a los Tornos Gurutzpe, la bancada cuenta con una tercera guía de apoyo para el carro, lo que produce un torneado de mayor estabilidad y precisión.

Por otra parte, su diseño permite un fácil acceso del operario al campo de trabajo.



Modelo A-1000

Nota: El modelo adjunto presenta modificaciones respecto al equipamiento estándar.

Equipamiento estándar

- Fundición estabilizada y guías templadas.
- Husillos a bolas rectificadas de alta precisión.
- Cabezal con cambio automático de dos gamas.
- Engrase de cabezal y carros controlados por CNC.
- Planchas de biplast con bajo coeficiente de rozamiento y alta resistencia en los carros.
- Desplazamiento del contrapunto con el carro longitudinal.
- CNC integrado en la puerta.
- Diseño integrado siguiendo las normativas de seguridad europeas (CE).

Para alturas de 450 y 500 mm.

- 10.1. Torreta cuadrada automática de 4 posiciones de tamaño 210 mm.
- 20.1. CNC Fagor.
- 90.1. Volante portátil electrónico.

Para altura 450 mm.

- 30.1. Contrapunto con caña de 125 mm.

Para altura de 500 mm.

- 30.2. Contrapunto con caña de 140 mm.

Equipamiento opcional

- 10.2. Torreta cuadrada automática de 4 posiciones de tamaño 250 mm (sólo disponible para el modelo de altura 500 mm).
- 20.2. Otros CNC's: Siemens y Fanuc.
- 30.3. Punto giratorio cono Morse 6.
- 30.4. Contrapunto con caña giratoria con cono ISO.
- 50.1. Luneta manual 30-300 mm.
- 50.2. Luneta manual 50-500 mm.
- 60.1. Soporte para barra de mandrinar de 120 mm.
- 80.1. Platos manuales.
- 80.2. Platos automáticos: hidráulicos o neumáticos.
- 90.2. Recogedor de virutas.
- 90.3. Sonda para la medición de las piezas.
- 90.4. Sonda para la medición de las herramientas.
- 90.5. Teleservice.
- 90.6. Refrigeración por aire acondicionado en el armario eléctrico.



Detalle CNC integrado en la puerta.



Detalle bancada con tercera guía de apoyo para el carro y guías prismáticas en "V" invertida.

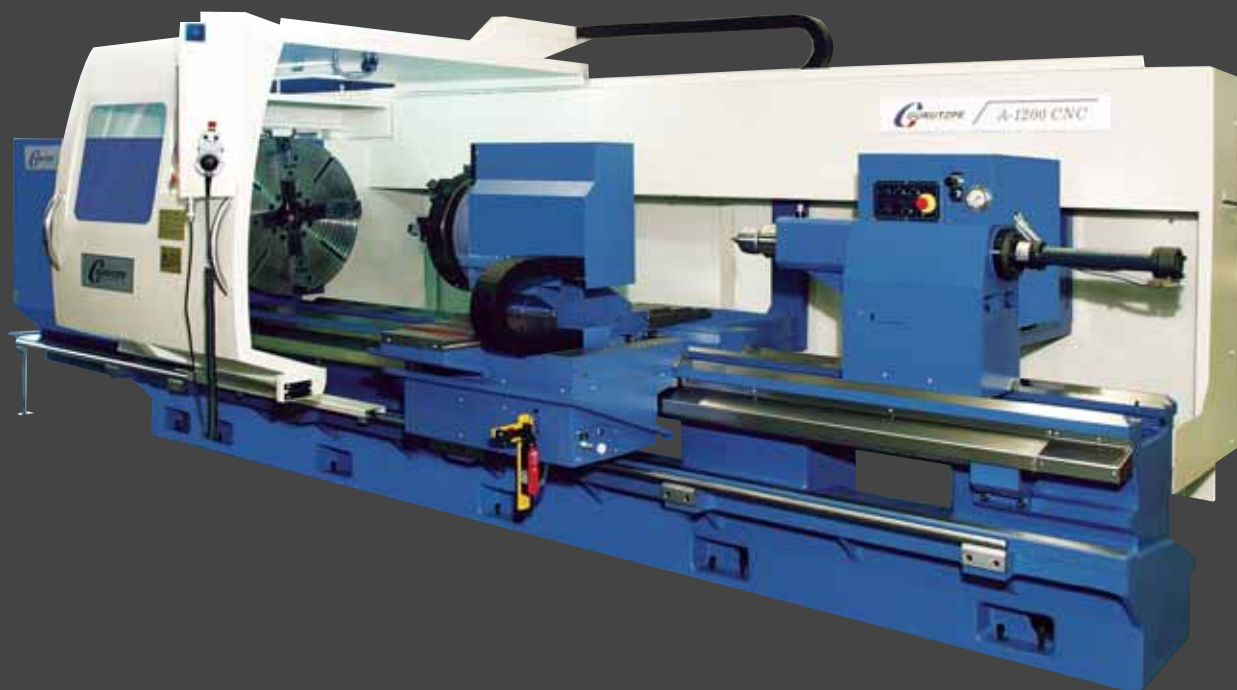
A-1000

A-1200

“La apertura a nuevas opciones de mecanizado.”

El modelo A-1200 añade además de los rasgos de identidad propios del modelo Gurutzpe A-1000 un incremento de anchura de las guías prismáticas hasta los 80 mm. Este diseño produce un incremento aún mayor en la estabilidad del carro, posibilitando las condiciones necesarias para un óptimo mecanizado.

El modelo A-1200 puede, asimismo, incluir equipamientos opcionales que permiten abordar gran variedad de operaciones (fresados, taladrados, etc.).



Modelo A-1200

Nota: El modelo adjunto presenta modificaciones respecto al equipamiento estándar.



Equipamiento estándar

- Fundición estabilizada y guías templadas.
- Husillos a bolas rectificadas de alta precisión.
- Cabezal con cambio automático de dos gamas.
- Engrase de cabezal y carros controlados por CNC.
- Planchas de biplast con bajo coeficiente de rozamiento y alta resistencia en los carros.

- 10.1. Torreta cuadrada automática de 4 posiciones de tamaño 210 mm.
- 20.1. CNC Fagor.
- 30.2. Contrapunto con caña de 140 mm.
- 90.1. Volante portátil electrónico

- Desplazamiento del contrapunto con el carro longitudinal.
- Desplazamiento de la botonera del CNC con el carro longitudinal.
- Diseño integrado siguiendo las normativas de seguridad europeas (CE).

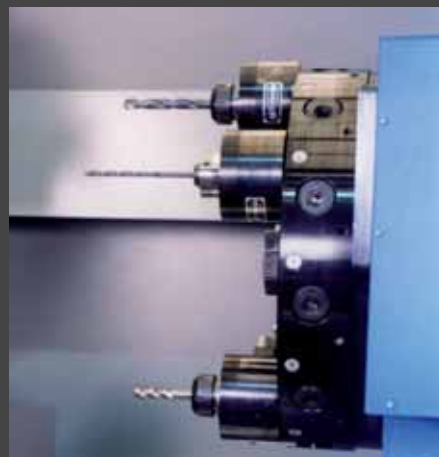
A-1200

Equipamiento opcional

- 10.2. Torreta cuadrada automática de 250 mm.
- 10.3. Torreta de disco automática de 8 posiciones de tamaño 250 mm con o sin motorización.
- 10.6. Torreta automática de disco de 8 posiciones de tamaño 200 mm.
- 20.2. Otros CNC's: Siemens y Fanuc.
- 30.3. Punto giratorio Cono Morse 6.
- 30.4. Contrapunto con caña giratoria con cono ISO.
- 30.5. Contrapunto con caña de 180 mm con adaptación para punto giratorio cono Morse 6.
- 30.6. Contrapunto con salida hidráulica de la caña.
- 30.7. Movimiento motorizado del contrapunto.
- 30.8. Anclaje automático del contrapunto.
- 40.1. Eje "C" con motor de cabezal o motor independiente.
- 50.2. Luneta manual 50-500 mm.
- 50.3. Luneta manual 500-900 mm.
- 60.1. Soporte para barra de mandrinar de 120 mm.
- 60.2. Soporte para barra de mandrinar de 160 mm.
- 70.1. Cabezal de fresar ISO 40 con 2 gamas.
- 70.2. Cabezal de fresar ISO 40 con eje "Y" ± 40 mm.
- 70.5. Herramientas de bruñido para amarre en torreta.
- 80.1. Platos manuales.
- 80.2. Platos automáticos: hidráulicos o neumáticos.
- 90.2. Recogedor de virutas.
- 90.3. Sonda para la medición de las piezas.
- 90.4. Sonda para la medición de las herramientas.
- 90.5. Teleservice.
- 90.6. Refrigeración por aire acondicionado en el armario eléctrico.
- 90.7. Cabezales con grandes pasos de barra (hasta 260 mm).
- 90.8. Doble puerta delantera.
- 90.10. Equipos de refrigeración especiales con motobombas de gran presión y caudal.
- 90.11. Regla digital en ejes "X" y "Z".
- 90.12. Separador de aceite.



Detalle de husillo estático a bolas con tuerca giratoria.



Detalle torreta automática motorizada de 8 posiciones.

A-1600

“Máximas prestaciones de mecanizado para piezas de grandes dimensiones.”

El modelo A-1600 añade a las prestaciones y opciones del modelo Gurutzpe A-1200 unas guías prismáticas de 120 mm y una bancada con 1100 mm de anchura que implica un salto cuantitativo en la capacidad de mecanizado de la máquina. Asimismo, este modelo permite equipar cabezales con gran paso de barra (de hasta 550 mm), orientados, principalmente, al mecanizado de tubos.



Modelo A-1600

Nota: El modelo adjunto presenta modificaciones respecto al equipamiento estándar.

Equipamiento estándar

- Fundición estabilizada y guías templadas.
- Husillos a bolas rectificadas de alta precisión.
- Cabezal con cambio automático de dos gamas.
- Engrase de cabezal y carros controlados por CNC.
- Engranajes helicoidales templados y rectificados en el cabezal.
- Planchas de biplast con bajo coeficiente de rozamiento y alta resistencia en los carros.
- Desplazamiento de la botonera del CNC con el carro longitudinal.
- Diseño integrado siguiendo las normativas de seguridad europeas (CE).

- 10.2. Torreta cuadrada automática de 250 mm.
- 20.1. CNC Fagor
- 30.5. Contrapunto con caña de 180 mm con adaptación para punto giratorio cono Morse 6.
- 30.7. Movimiento motorizado del contrapunto.
- 90.1. Volante portátil electrónico.

A-1600

Equipamiento opcional

- 10.3. Torreta de disco automática de 8 posiciones de tamaño 250 mm.
- 10.4. Torreta automática cuadrada de tamaño 320 mm.
- 10.5. Torreta automática de disco de 8 posiciones de tamaño 320 mm con o sin motorización.
- 20.2. Otros CNC's: Siemens y Fanuc.
- 30.4. Contrapunto con caña giratoria con cono ISO.
- 30.6. Contrapunto con salida hidráulica de la caña.
- 30.8. Anclaje automático del contrapunto.
- 30.9. Contrapunto con caña de 220 mm giratoria y motorizada con regulador de presión y compensación de dilataciones.
- 30.10. Punto giratorio cono métrica 80.
- 40.1. Eje "C" con motor de cabezal o motor independiente.
- 40.2. Eje "Y" integrado en el carro.
- 50.3. Luneta manual 500-900 mm.
- 50.4. Luneta manual 100-600 mm.
- 60.2. Soporte para barra de mandrinar de 160 mm.
- 70.1. Cabezal de fresar ISO 40 con 2 gamas.
- 70.2. Cabezal de fresar ISO 40 con eje "Y" ± 40 mm.
- 70.3. Cabezal de fresar ISO 50 con 2 gamas.
- 70.5. Herramientas de bruñido para amarre en torreta.
- 80.1. Platos manuales.
- 80.2. Platos automáticos: hidráulicos o neumáticos.
- 90.2. Recogedor de virutas.
- 90.3. Sonda para la medición de las piezas.
- 90.4. Sonda para la medición de las herramientas.
- 90.5. Teleservice.
- 90.6. Refrigeración por aire acondicionado en el armario eléctrico.
- 90.7. Cabezales con grandes pasos de barra (hasta 550 mm).
- 90.8. Doble puerta delantera.
- 90.10. Equipos de refrigeración especiales con motobombas de gran presión y caudal.
- 90.11. Regla digital en ejes "X" y "Z".
- 90.12. Separador de aceite.



Detalle de cabezal con gran paso de barra y plato automático trasero.



Detalle de mecanizado de pieza de gran dimensión con operaciones de mandrinado y taladrado.

Sectores de actividad

SECTORES/PRODUCTOS	SERIE A 2G	SERIE A 4G	SERIE B 4G
NAVAL: Ejes de barco		●	●
ENERGÍA EÓLICA: Ejes de aerogeneradores	●	●	●
INDUSTRIA DEL PAPEL: Rodillos			●
SIDERURGIA: Rodillos de laminación y acerías	●	●	●
FERROVIARIO: Ejes y ruedas	●	●	
PERFORACIÓN/SONDEOS: Tubos		●	
PETROLÍFEROS: Tubos	●		
HIDRÁULICA: Cilindros		●	
ELEVACIÓN/GRÚAS: Tambores	●		
TURBINAS/GENERADORES: Ejes		●	●
MOTORES: Carcasas y ejes	●	●	
AERONÁUTICA: Ejes de aterrizaje		●	
AGRÍCOLA: Tambores espirales		●	
VÁLVULAS	●		

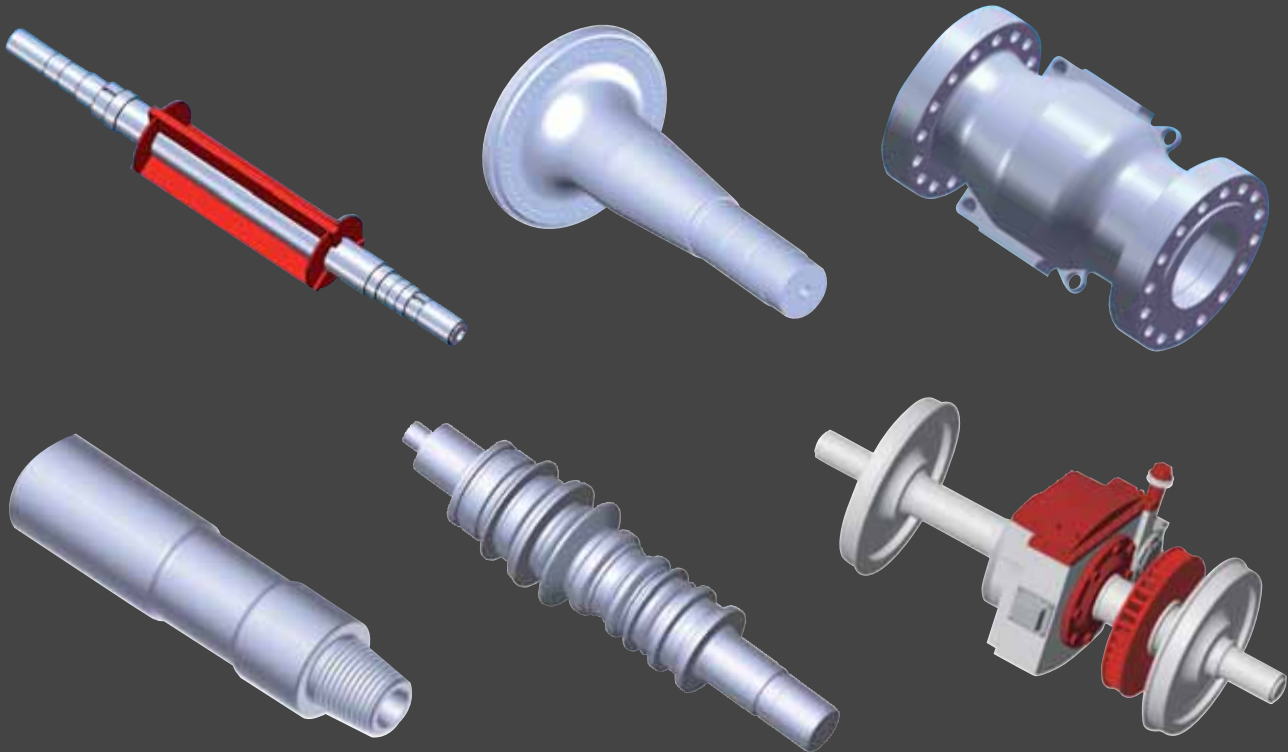




Orientación de modelos por peso y diámetro de la pieza a mecanizar

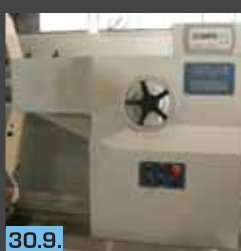
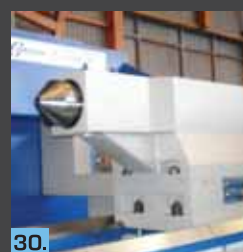
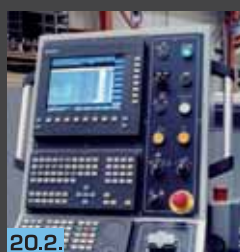
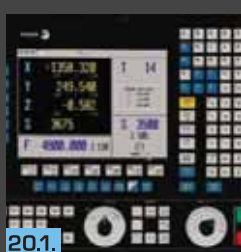
En este cuadro mostramos la segmentación de cada modelo en función del tamaño y de la longitud de la pieza a mecanizar (diámetro sobre carro).

<div>Ø(mm)</div> <div>PESO (kg)</div>	700	950	1.300	1.700	2.200
4.000	A 1000	A 1000 4G			
6.000					
10.000		A 1200	A 1200 4G		
15.000					
20.000			A 1600	A 1600 4G	
25.000					
35.000				A 2000 4G	
					B 2200



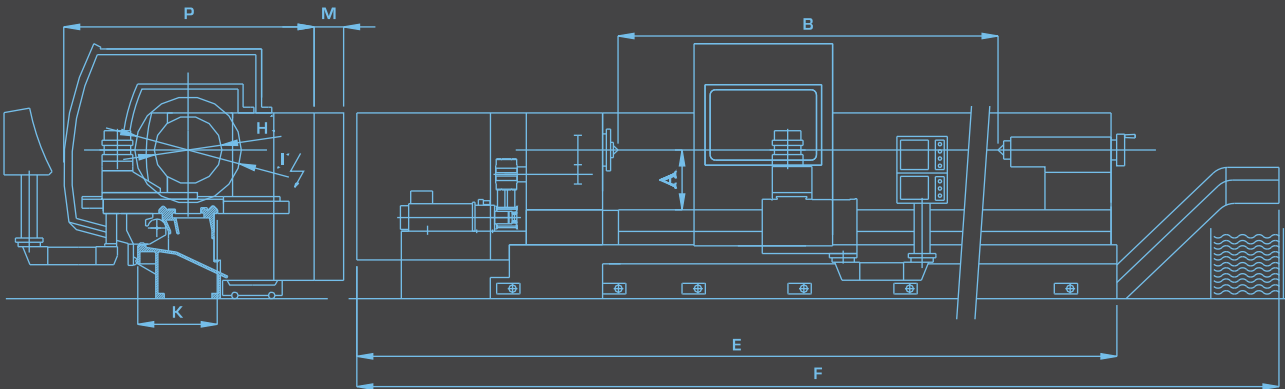
Resumen de prestaciones estándares y opcionales

- | | | |
|--|--|---|
| 10.1. Torretas cuadradas automáticas de 4 posiciones. | 30.9. Contrapunto con caña de 220 mm giratoria y motorizada con regulador de presión y compensación de dilataciones. | 80.1. Platos manuales. |
| 10.3. Torretas de disco automáticas de 8/12 posiciones de hasta 320 mm con o sin motorización. | 40.2. Eje "Y" integrado en el carro. | 80.2. Platos automáticos: hidráulicos o neumáticos. |
| 20.1. CNC Fagor. | 50.1. Lunetas manuales fijas. | 90.1. Volante portátil electrónico. |
| 20.2. Otros CNC's: Siemens y Fanuc. | 60.1. Soportes para barra de mandrinar de hasta Ø160 mm. | 90.2. Recogedor de virutas. |
| 30. Contrapuntos con caña de hasta 220 mm. | 70.1. Cabezales de fresar ISO 40 e ISO 50. | 90.3. Sonda para la medición de las piezas. |
| 30.4. Contrapunto con caña giratoria con cono ISO. | 70.2. Cabezal de fresar ISO 40 con eje "Y" ±40 mm. | 90.4. Sonda para la medición de las herramientas. |
| 30.6. Contrapunto con salida hidráulica de la caña. | 70.5. Herramienta de bruñido para amarre en torreta. | 90.7. Cabezal con gran paso de barra. |
| | | 90.8. Doble puerta delantera. |
| | | 90.12. Separador de aceite. |





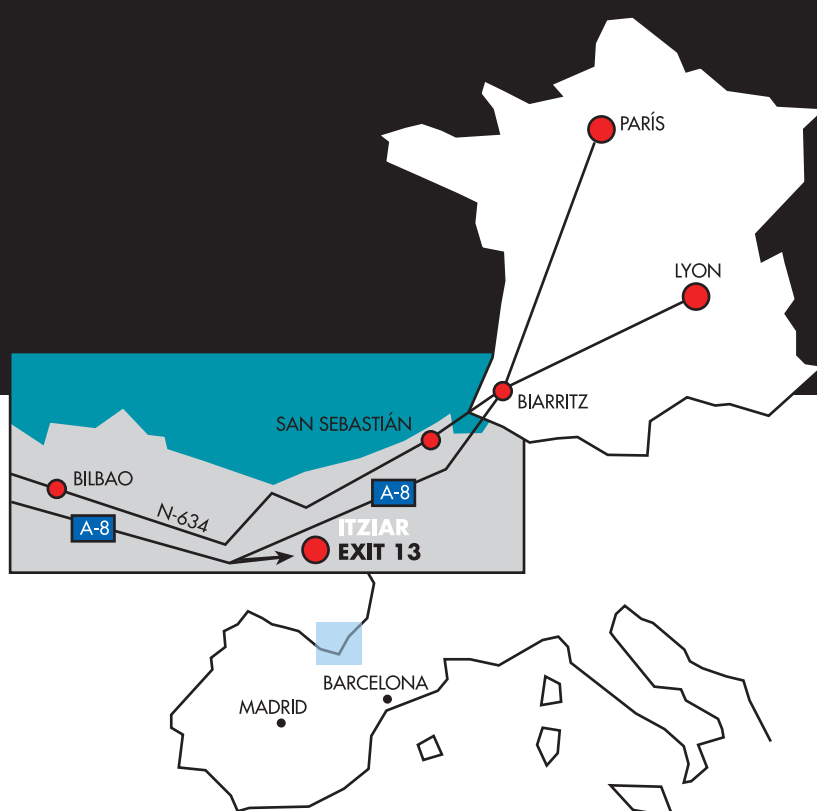
Cuadro técnico



Características Principales							
		A-1000		A-1200		A-1600	
Altura centros	A	450	500	565	615	735	835
Volteo sobre carro	H	600	700	800	900	1000	1200
Volteo sobre bancada	I	900	1000	1100	1200	1400	1600
Curso carro transversal	mm	530		630		800	
Ancho bancada	K	640		750		1090	
Peso admisible sin lunetas	kg	4000/6000		6000/10000		10000/15000	
Orificio eje principal	mm	120	150	150*		110*	
Ø Rodamiento delantero	mm	160	200	200*		203*	
Adaptación eje	-	DIN 55026 Tipo A11		DIN 55026 Tipo A11 *		DIN 55026 Tipo A15 *	
Ø Caña contrapunto	mm	125	140	140/180		180/220	
Potencia cabezal (S1/S6)	kw	22/28	28/34	28/34	39/48	39/48	51/65
Par cabezal (S1/S6)	Nm	2850/3630	3630/4420	3630/4420	9300/11450	11160/13740	14600/18600
Gama velocidades	r.p.m.	0-1600		0-1600	0-1000	0-800	
Longitud en 3 metros	mm	(E) 6055	(F) 7155	(E) 6655	(F) 7755	(E) 7230	(F) 8830
Anchura máquina	mm	(P) 2400	(P+M) 3000	(P) 2500	(P+M) 3100	(P) 3050	(P+M) 3850

*MAYORES: consultar.
El fabricante se reserva el derecho a modificar algunas de las características aquí descritas si la mejora del diseño lo requiere.

LÍDERES EN TORNOS HORIZONTALES CNC DE GRAN CAPACIDAD



Tornos Gurutzpe S.A.
Pol. Ind. Parcela Q8 ITZIAR-DEBA
Tel: +34 943 19 90 80 · Fax: +34 943 19 92 25
e-mail: gurutzpe@gurutzpe.com
Todos los derechos reservados
Eskubide guztiak erresalbatu dira



Ficha de producto:

20KF / 20KFU

BANCADA FIJA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

	20KF	20KFU
Longitud de mesa - mm	3.000 - 5.000	
Ancho de mesa - mm	1.000 (1.300)*	
Recorrido longitudinal - mm	2.700 - 4.700	
Recorrido transversal - mm	1.250 (1.500)*	
Recorrido vertical - mm	1.000 (1.500)*	
Distancia mín-máx de la mesa a la nariz del cabezal - mm	0-934 (1.434)*	
Avance rápido - mm/min	20.000	
Avance de trabajo - mm/min	6 - 10.000	
Accionamientos ejes X, Y, Z	X: H / 80 Y: H / 80 Z: H / 80	
H= husillo a bolas / Ø mm		
C= Cremallera / Módulo		
Potencia - kW	28	
Velocidad eje cabezal - min ⁻¹	35-3.000 (4.500-6.000)*	
Precisión de posicionamiento y repetibilidad - mm	0,010/4.000 0,005/4.000	
Almacén de herramientas	-	30 (40-60-80-100)*
Peso admisible sobre la mesa - kg	10.000	
Peso neto aproximado - kg	24.000 - 34.000	

(Opcional) *

ACCESORIOS

	20KF	20KFU
CABEZALES		
Cabezal 45° manual	•	—
Cabezal 45° automático 360.000 pos. 0,001°	○	•
Cabezal salida directa		○
Cabezal TWIST		○ (23 kW)
Caña desplazable Ø 175 x 500 mm		—
Cambio de cabezales		○
Cambio pallet		—

	20KF	20KFU
Extractores de Virutas		O
Depósito de Taladrina		500l 60l/min 2,5bar

- Estándar O Opcional — No disponible

IMÁGENES DE CABEZALES



Cabezal 45° manual



Cabezal 45°
automático 360.000 pos.
0,001°



Cabezal salida directa



Cabezal Twist con
electromandrino

APLICACIONES RELACIONADAS



BIENES DE EQUIPO
MECANIZADO GENERAL

Más información en www.zayer.com



Stand-on Pallet Truck Capacity 2000 kg T 20 SF

SERIES 144

Safety

The Linde Stand-on Pallet Truck T20SF is equipped with 3 independent braking systems. A “hill start” feature prevents the truck from rolling back on gradients. Travel speed is automatically reduced when cornering. Due to its compact chassis, the fork tips are easily visible ensuring safe load handling.

Performance

The 790 mm wide chassis makes the T 20 SF ideal for block stacking applications. The Linde twin-grip steering control provides an intuitive interface between operator and truck. With a capacity of 2,000 kg, and a powerful 2 kW drive motor providing a maximum speed of 10 km/h, the Linde T20SF Stand-On Pallet Truck is ideally suited to intensive lorry loading and unloading and rapid pallet transfer applications.

Comfort

Ease of operation is assured by the ergonomic Linde twin-grip steering control. Electric power steering makes manoeuvring effortless. The operator can choose between forward facing or side-on driving position depending on the requirements of the application. The operator's tasks are made easier thanks to storage compartments and a deep document holder.

Reliability

Rugged construction and the use of tried and tested components make this a truck that can be relied on. The forks are formed from heavy gauge steel with cast tips, each of which can withstand a 2,000 kg load without deformation. Smooth fork entry into close pallets is assured by the profiled shape of the fork tips and the entry skid. These features guarantee a longer operating life combined with fast, safe and easy load handling.

Service

Linde Pallet Trucks are designed to deliver high levels of productivity over many years for lower maintenance costs. The Linde multifunction back-lit display provides the operator with all necessary information about the truck. Features such as swift access to all components and electronics sealed in aluminium housings protecting them from vibration, dust and humidity play their part in increasing truck uptime and availability.

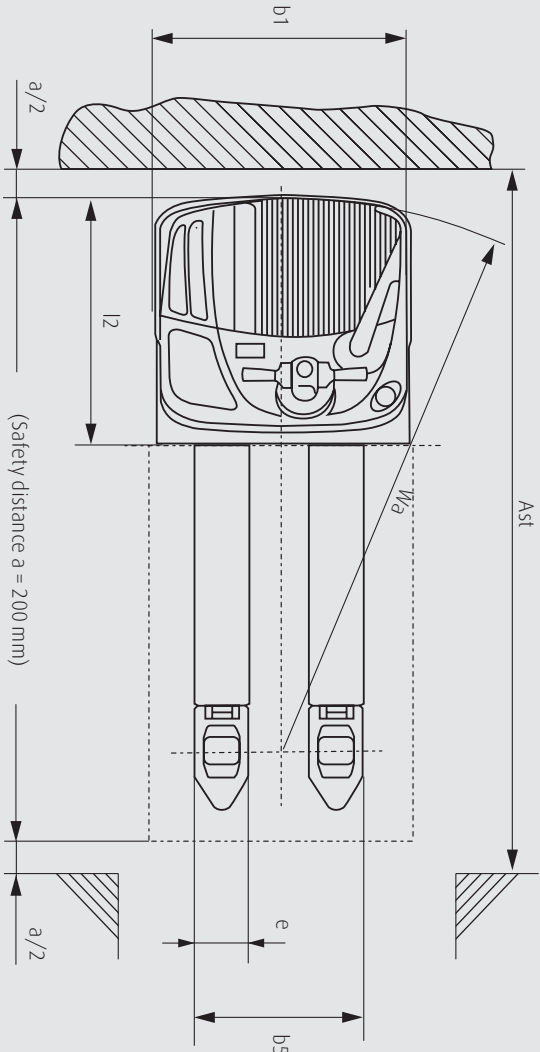
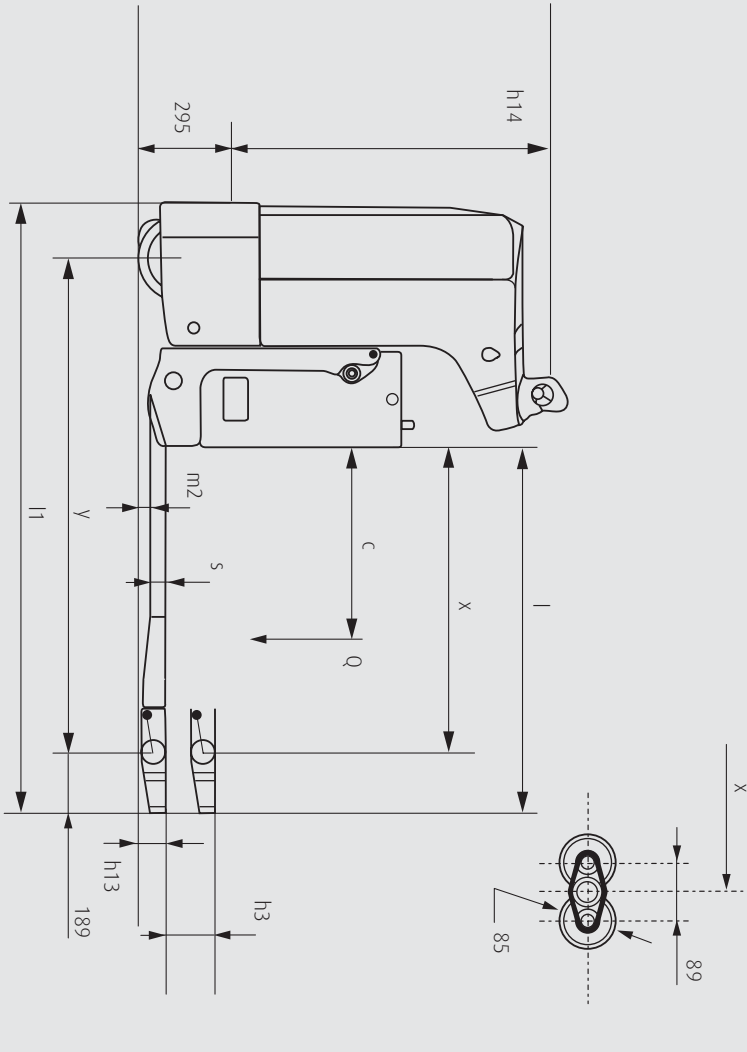
Linde Material Handling

Linde

Technical data (according to VDI 2198)

1.1	Manufacturer		UNDE
1.2	Model designation		T 20 SF
1.3	Power unit: battery, diesel, petrol, LP gas, mains power		Battery
1.4	Operation: manual, pedestrian, stand-on, seated, order picker		Stand-on
1.5	Load capacity	Q (kg)	2000
1.6	Load centre	c (mm)	600
1.8	Axle centre to fork face	x (mm)	880/960 ¹⁾
1.9	Wheelbase	y (mm)	1564
2.1	Service weight	kg	860 ²⁾
2.2	Axle load with load, front/rear	kg	1145/1715
2.3	Axle load without load, front/rear	kg	650/210
3.1	Tyres, front/rear (SF = Superelastic, P = Polyurethane)		SF + P/P
3.2	Type size, front	mm	ø 250 x 105
3.3	Type size, rear	mm	1 x 85 x 105 (2 x 85 x 80) ³⁾
3.4	Auxiliary wheels (dimensions)		2 x 140 x 50
3.5	Wheels, number front/rear (x = driven)		1x+2/2 (1x + 2/4) ³⁾
3.6	Track width, front	b10 (mm)	490
3.7	Track width, rear	b11 (mm)	355
4.4	Lift	h3 (mm)	125
4.9	Height of tilter arm in operating position, min./max.	h14 (mm)	1020
4.15	Fork height, lowered	h13 (mm)	85
4.19	Overall length	l1 (mm)	1925
4.20	Length to fork face	l2 (mm)	775
4.21	Overall width	b1/b2 (mm)	790
4.22	Fork dimensions	s/e/l (mm)	55/165/1150
4.25	Fork spread	b5 (mm)	520 (680)
4.32	Ground clearance, centre of wheelbase	m2 (mm)	30
4.33	Asie width with pallets 1000 x 1200 across forks	Asl (mm)	1975
4.34	Asie width with pallets 800 x 1200 along forks	Asl (mm)	2175
4.35	Turning radius	Wa (mm)	1657/1735 ¹⁾
5.1	Travel speed, with/without load	km/h	8.0/10.0
5.2	Lifting speed, with/without load	m/s	0.035/0.055
5.3	Lowering speed, with/without load	m/s	0.064/0.062
5.7	Climbing ability, with/without load	%	3/14
5.8	Maximum climbing ability, with/without load	%	12/24
5.10	Service brake		Electromagnetic
6.1	Drive motor, 60 minute rating	kW	2.0
6.2	Lift motor, 15 % rating	kW	1.0
6.3	Battery according to IEC		254-2; A
6.4	Battery voliage/rated capacity (5 lh)	V/Ah	24/ 330L
6.5	Battery weight (±5 %)	kg	307
8.1	Type of drive control		LDC Digital Control
8.4	Mean noise level at driver's ear	dB (A)	68

1) Forks raised/lowered
2) Incl. battery acc. to 6.5
3) Figures in brackets, optional



Equipment

Standard equipment

Multifunction back-lit display: Battery discharge indicator, hour meter, service information and error codes...
Key switch
Electric power steering
Positive steering feedback
Self centering steering (twin grip steering control)
Automatic speed reduction when cornering
Automatic braking
Electromagnetic emergency brake acting proportionally to load weight

Ergonomic operator's compartment with 3 position adjustable platform
DC motor
Cushion drive wheel
Polyurethane castor wheel
Polyurethane single or tandem load wheels
Front battery change (3PzS)
Battery charging cable and plug
Protected -10°C

Optional equipment

Alternative fork dimensions
Drive wheels: polyurethane, non-marking or wet grip
Load wheels: single/tandem polyurethane greaseable
Load backrest
Equalising linkage (level compensator)
Multi-purpose mounting bracket
A4 clipboard

Front battery change (4PzS)
Side battery change on rollers (3 & 4PzS)
Battery changing legs: static or on castors (for front change)
Battery roller stands: fixed or on castors (for side change)
Additional battery housings for spare batteries
Cold store protection to - 35°C
Other options available on request

Features

Linde twin-grip steering control

- Electric power steering and self-centring Linde twin-grip steering control
- Low steering effort provides easy, precise manoeuvring
- Angle of the handlebars indicates drive wheel position
- Automatic speed reduction when cornering



Operator compartment

- Linde twin-grip steering control: main control functions integrated into a single handle for operation by either or both hands
- Operator can choose between forward facing or side-on operation
- 3 platform height adjustments
- Excellent visibility when handling tall loads

Chassis & Forks

- Rounded contours, no sharp edges
- Chassis constructed from formed steel pressings results in superior rigidity and durability
- Sturdy forks: each tip can support a 2,000kg load without deformation
- The hinged motor cover provides fast, easy access to internal components and servicing points

Braking

- Electromagnetic braking on release of dead man pedal with hydraulic braking assistance proportional to the load on the forks
- Emergency circuit isolator: interrupts power to the truck and initiates electromagnetic braking
- Automatic electric braking on release of the traction control



DC Motor

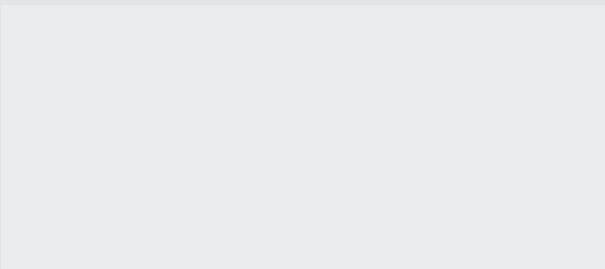
- Self-ventilating 2.0kW drive motor designed for maximum performance in intensive applications
- Adjustable digital controller: all operating parameters can be customized to suit the application.
- Hill start without rollback
- Maximum travel speed of 10 km/h

Batteries & chargers

- 24V batteries: capacities from 375 Ah (3PzS) to 500 Ah (4PzS)
- Standard: front battery change (3PzS)
- Option: side change with battery on rollers
- Wide range of battery chargers: wall-mounted units or fast recharge type

Workstation

- Linde multifunction back-lit display provides all important truck information to guarantee safe, trouble free operation
- Easy access to the internal components
- Storage compartments and deep document holder
- Adjustable platform height



autopulit®

MÁQUINAS CNC LIJADORAS-PULIDORAS

CNC BELT GRINDING-POLISHING MACHINES

MACHINES CNC PONCEUSES-POLISSEUSES

CNC-SCHLEIF-/POLIERMASCHINEN

MOD. RT/UT-CNC • MOD. HD/UT-CNC



DESCRIPCIÓN GENERAL

La amplia línea de máquinas a CONTROL NUMÉRICO, incrementa las opciones que ofrece AUTOPULIT. Sus capacidades, flexibilidad y tecnología permiten el acabado, lijado y pulido de gran diversidad de piezas que anteriormente requerían soluciones especiales.

Modelo HD/UT-CNC

Destaca la gran robustez de esta línea que incluye diferentes opciones inéditas en el campo del pulido: PALETS PORTAPIEZAS PARA CARGA/DESCARGA, ALMACÉN DE HERRAMIENTAS (DISCOS Y RUEDAS DE PULIR) con selección y cambio automáticos, etc. Los cabezales UT-CNC "HD" son extremadamente sólidos y su gran rigidez evita posibles vibraciones que originan las herramientas de pulido; en ejecución standard dispone de movimiento en altura sobre columna (eje Z) sobre guías con rodamientos patín y husillo de bolas y giro de 360° (eje A), accionados por 2 motores "BRUSHLESS" se dispone de opción con cabezal con doble husillo para dos tipos de herramienta (discos o cepillos).

Los husillos portapiezas se mueven sobre dos sólidas guías en cruz (ejes X-Y) con rodamientos patín y husillos de bolas, accionados por 2 "BRUSHLESS", tienen un eje de giro vertical (eje U) opcionalmente con inclinación de 90°.

Se fabrican con uno o varios cabezales (para producciones medias o altas) que son accionados desde un único control CNC.

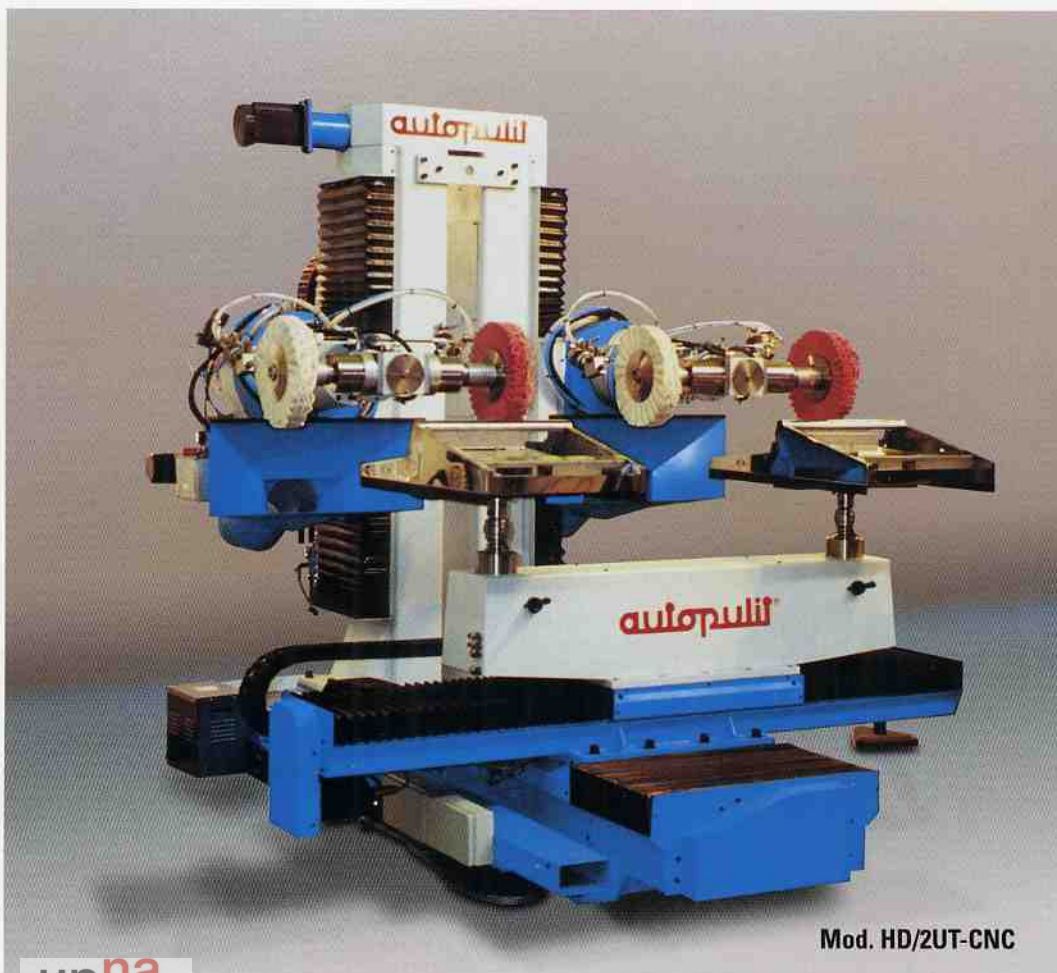
El modelo HP/UT-SB-CNC se fabrica con cabezales más ligeros sobre bancada para pequeñas piezas.

Modelo RT/UT-SB-CNC4

Para mayores producciones y/o procesos más complejos, se ofrecen las máquinas tipo RT (rotativas transfer) con cabezales modelo UT-SB-CNC4.



Mod. HD2/UT-CNC



Mod. HD/2UT-CNC

GENERAL DESCRIPTION

The wide range of NUMERICALLY CONTROLLED machines, increases the available options by AUTOPULIT. Their capacity, flexibility and technology make it possible to finish, brush and polish a wide variety of pieces which previously required special solutions.

Model UD/UT-CNC

It is worth pointing out the robust build of this range which also includes several options completely new to the polishing field: LOADING-UNLOADING, TOOL STORAGE MOPS (BRUSHES AND FLAP WHEELS) with automatic selection and change, etc.

The UT-CNC "HD" heads are extremely robust and their high stiffness due to short arm lengths avoid the vibration commonly caused by polishing operations. The standard versions include column height adjustments (Z-axis) on guides with bearings and recirculating ball spindles and rotation of 360° (shaft A). Drive is by 2 "BRUSHLESS" motors. As an option the head can be fitted with twin spindles for two different tools (mops, brushes or wheels).

Work spindles move along two solid cross guides (X & Y axes) with bearings and recirculating ball spindles again driven by "BRUSHLESS" motors. The vertical shaft (U axis) is available with the option of a 90° offset.

Available with 1 or several heads (for medium and heavy duty) controlled by a single CNC.

The model HP/UT-SB-CNC is manufactured with lighter duty working heads on frame for small components.

Model RT/UT-SB-CNC4

For higher production rates and/or more complex processes, AUTOPULIT offers the RT type of machines (rotary transfer) with UT-SB-CNC4 type of working heads.

DESCRIPTION GÉNÉRALE

Avec cette vaste gamme de machines à CONTRÔLE NUMÉRIQUE, AUTOPULIT augmente les options disponibles. La capacité, flexibilité et technologie de ces machines permettent la finition, le ponçage et le polissage d'une grande variété de pièces qui exigeaient auparavant des solutions spéciales.

Modèle HD/UT-CNC

Il faut souligner la grande robustesse de cette ligne avec des options inédites pour le polissage: PALETTES PORTE PIÈCES POUR CHARGEMENT/DÉCHARGEMENT, MAGASIN À OUTILS (DISQUES ET ROUES DE POLISSAGE) avec sélection et changement automatiques, etc.

Les têtes UT-CNC "HD" sont extrêmement solides et leur grande rigidité évite de possibles vibrations causées par les outils de polissage. L'exécution standard est munie d'un mouvement en hauteur à colonne (axe Z) sur guides à roulements patin et vis à billes et rotation de 360° C (axe A), actionnés par 2 moteurs "BRUSHLESS". L'option disponible est la tête à double broche pour deux types d'outils (disques, brosses ou tampons).

Les broches porte-pièces se déplacent sur deux solides guides en croix (axes X-Y) avec roulements patin et vis à billes, actionnés par 2 moteurs "BRUSHLESS", avec axe de rotation vertical (axe U) et optionnellement à inclinaison 90°.

Machines livrées avec 1 ou plusieurs têtes (pour moyennes ou grandes productions) dirigées par un seul contrôle CNC.

Le modèle HP/UT-SB-CNC est composé de têtes de travail de construction plus légère sur un châssis pour petits composants.

Modèle RT/UT-SB-CNC4

Pour une productivité plus élevée et/ou pour des procédés plus complexes, AUTOPULIT propose les machines du type RT (rotatives transfert) avec les têtes de travail du type UT-SB-CNC4.

ÜBERSICHT

Diese Baureihe von NC-Maschinen bietet noch weitere Möglichkeiten zu denen, die bei Ihnen schon bekannt waren. Ihre Leistungsfähigkeit, Flexibilität und Technik machen das Fertigbearbeiten von Werkstücken durch Schleifen und Polieren möglich, für das bisher Sonderlösungen nötig waren.

Modell HD/UT-CNC

Bei dieser Baureihe ist besonders ihre Robustheit hervorzuheben. Diese Baureihe weist einige Möglichkeiten auf, die bisher in der Schleiftechnik nicht bekannt waren, wie z. B. WERKSTÜCKPALETTEN ZUM BELADEN/ABLADEN, WERKZEUGMAGAZIN (SCHLEIFSCHLEIBEN UND -RÄDER) bei automatischer Auswahl und Wechsel, usw.

Die UT-CNC "HD" Köpfe sind extrem solide und seine hohe Steifigkeit vermeidet eventuelle Schwingungen, welche von Schleifwerkzeugen erzeugt werden; bei der Standard-Ausführung können die Köpfe über eine Säule (Z-Achse) auf mit Gleitlagern und Kugelgewindespindeln ausgerüsteten Linearführungen höhenverstellt werden und sind um 360° schwenkbar (um A-Achse). Die Köpfe werden von 2 bürstenlosen Motoren angetrieben; als Option steht ein Kopf mit Doppelspindel für zwei Werkzeugarten (Schleifscheiben) zur Verfügung.

Die Werkstückträgerspindeln werden auf zwei soliden Kreuzführungen (X- und Y-Achsen), die mit Gleitlagern und Kugelgewindespindeln ausgerüstet sind, geführt. Die Spindeln werden von 2 bürstenlosen



Mod. HD1/UT-CNC



Mod. HD"E"/UT-CNC

Motoren angetrieben, sind mit einer senkrechten Drehachse (U-Achse) ausgerüstet. Als Option steht eine Ausführung mit 90° Schwenkwinkel zur Verfügung. Die Spindeln werden mit einem oder mehreren Köpfen (für durchschnittliche bzw.

hohe Produktionsleistungen) hergestellt, welche von einer NC-Steuerung bedient werden.

Das Modell HP/UT-SB-CNC wird mit leicht Arbeitsköpfen über Rahmen für kleine Teile geliefert.

Model RT/UT-SB-CNC4

Für höhere Produktionsleistungen und/oder kompliziertere Vorgänge werden die Maschinen des Typs RT (Transfer-Rotation) angeboten, die mit Köpfen des Modells UT-SB-CNC4 bestückt sind.

Preparación y proceso de trabajo

El "SOFTWARE" especial para pulido ha sido desarrollado por AUTOPULIT y permite la programación de un proceso de pulido, con facilidad y rapidez, no precisando especialistas. El acabado de las diferentes zonas de las piezas se consigue moviéndose automáticamente el cabezal y la pieza con la "INTERPOLACIÓN" de los 5 o 6 ejes. La preparación de la máquina para una nueva pieza ya programada, se limita a señalar su referencia en el control y colocación del útil portapiezas; se ofrecen sistemas de fijación por vacío, mordazas neumáticas, contrapunto, etc.

Ejemplo de aplicaciones

Grifería sanitaria, herrajes, orfebrería, platería, menaje, lámparas, artesanía, fundición aluminio y zamak, piezas motocicleta y automóvil, etc.; en general para piezas complejas, variadas y que precisen gran calidad de acabado. Pueden efectuarse acabados, lijados, satinados, pulidos, rebardados (repaso de soldaduras), colocando los pulimentos adecuados.

Equipo complementario

Aplicación automática de pasta de pulir, equipos para aspiración de polvo, cabinas de aislamiento, carga/descarga automática de piezas, almacén y cambio de herramientas (discos).

Set-up and operation

Software specially developed by AUTOPULIT for polishing operations has been designed for quick and easy teach-in programming by non-specialists. Continuous finishing of pieces is by the AUTOMATIC INTEGRATION of all 5 or 6 axes controlling both head and piece movement simultaneously. The machine can be reset for a new program simply by calling up the new part reference on the screen and fitting the appropriate fixtures. Various workholders are optionally available: vacuum, pneumatic clamps, tailstock, etc.

Some applications

Water taps and fittings, door furniture, silver and goldsmithery, cookware, lamps, craftwork, aluminium, bronze, etc., castings motorbike and car parts, etc. Generally suitable for any awkward pieces which require finishing to a high standard. Any kind of finish such as finishing, brushing, polishing, deburring, weld dressing, etc., can be carried out with the appropriate tools.

Additional equipment

Automatic compound application, dust extraction, safety and noise enclosures, automatic loading / unloading of parts, cassette storage of work tools, etc.

Préparation et procédé de travail

AUTOPULIT a développé un SOFTWARE spécial pour le polissage qui permet la programmation de l'opération de façon simple et rapide, sans le contrôle de spécialistes. La finition des diverses zones des pièces se fait avec un mouvement automatique de la tête et de la pièce par INTERPOLATION des 5 ou 6 axes. Concernant la préparation de la machine pour une nouvelle pièce déjà programmée il suffit d'indiquer la référence au contrôle et de placer l'outil porte-pièces. Divers systèmes de serrage à vide, pinces pneumatiques, contrepoin, etc. sont disponibles.

Exemples d'utilisation

Robinetterie sanitaire, ferrures, orfèvrerie, argenterie, quincaillerie, lampes, artisanat, fonte d'aluminium et zamak, pièces pour motocyclettes et automobiles, etc. et en général toute sorte de pièces complexes et diverses exigeant une grande qualité de finition. On peut faire des finitions poncées, satinées, polies, ébarbées (repassage de soudures) avec le polissage adéquat.

Équipement complémentaire

Application automatique de pâte à polir, équipements d'aspiration de poussière, cabines d'isolement, chargement/déchargement automatique des pièces, magasin et échange d'outils (disques).

Arbeitsvorbereitung und -ablauf

Die schleifspeziellen Software wurde von AUTOPULIT entwickelt und ermöglicht eine einfache und schnelle Programmierung eines Schleifvorganges, damit sind keine Spezialisten notwendig. Das Fertigbearbeiten der verschiedenen Werkstückbereiche wird erreicht, indem sich der Kopf und das Werkstück mit einer 5- oder 6-achsigen Interpolation selbsttätig bewegen. Das Einrichten der Maschine auf ein bereits programmiertes Neuteil beschränkt sich lediglich auf dessen Indexieren in der NC-Steuerung und auf das Aufsetzen des Werkstückträgers; es stehen Vakuumspannvorrichtungen, pneumatische Spannbacken, Reitstock, usw. zur Verfügung.

Anwendungsbereiche

Armaturen, Beschläge, Goldschmiedekunst, Silberschmiedearbeit, Hausgeschirr, Lampen, Handwerk, Alu- und Zamakguß, Kfz-Teile, usw.; im allgemeinen für komplexe, verschiedenartige Teile mit hohen Ansprüchen an Oberflächengüte. Es können folgende Endbearbeitungen bewerkstelligt werden: geschliffen, satiniert, poliert, Schweißnahtaufbau, indem man die entsprechenden Schleifmitteln aufrüstet.

Zusatzausrüstungen

Automatisches Auftragen von Polierpaste, Staubsaugeinrichtungen, Schallsolierungskabinen, automatisches Beladen/Abladen von Teilen, Werkzeugmagazin und -wechsel (Schleifscheiben).



Mod. RT4/3UT-SB-CNC



Mod. UT-SB-CNC4



Detalle interior
Inside close-up
Détail intérieur
Inneres Ausschnitt

Ejemplos de pulido
Polishing examples

Exemples de polissage
Polierbeispiele



Descripción del control AUTOPULIT-SOFT MULTIAXIS

AUTOPULIT ha desarrollado un software específico para el lijado y pulido, de fácil programación mediante un sistema interactivo de menús que no precisa de conocimientos informáticos o programación y basado en una plataforma de ordenador industrial con Windows XP. Incorpora la COMPENSACIÓN DEL DESGASTE DE LOS CEPILLOS en el espacio (ejes X, Y, Z simultáneamente) permitiendo la INTERPOLACIÓN entre 6 ejes. Permite la programación por AUTOTECH-IN, verificación de movimientos, autodiagnósticos y teleservicio a través de Internet. Basado en un ordenador industrial con procesador PENTIUM, permite su integración en las redes informáticas del usuario final.

Description of the AUTOPULIT-SOFT MULTIAXIS control

AUTOPULIT has developed a specific software for abrasive belt grinding and polishing, easy to program by means of a menu driven interactive system which does not require any programming or computer science knowledge. It incorporates AUTOMATIC BUFF WEAR COMPENSATION (axes X, Y, Z, simultaneously) allowing INTERPOLATION of the 6 axes. Programming by means of AUTOTECH-IN, verifying the movements, self-diagnosis and teleservice through internet. Based on an industrial computer with PENTIUM processor, and Windows XP environment, permitting integration in the computer network of the end-user.

Description du contrôle AUTOPULIT-SOFT MULTIAXIS

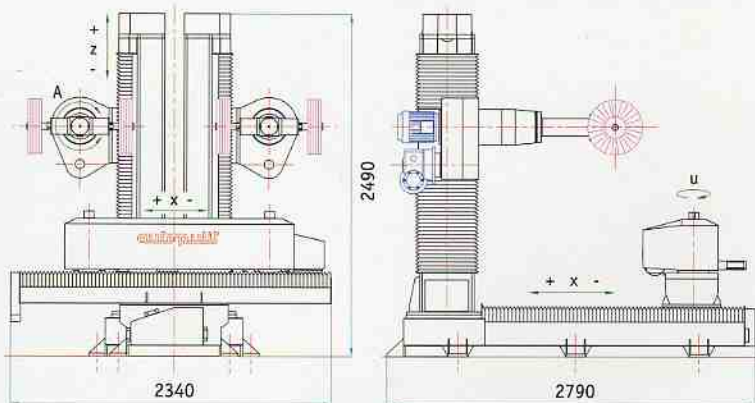
AUTOPULIT a développé un software spécial pour le ponçage et le polissage, facile à programmer grâce à un système interactif de menus qui ne demande pas de connaissances informatiques ni de programmation et basé sur une plate-forme d'ordinateur industriel avec Windows XP. Il intègre un dispositif de COMPENSATION DE L'USURE DES BROSSES (axes X, Y, Z simultanément) permettant l'INTERPOSITION entre 6 axes. Il permet de programmer avec AUTOTECH-IN, de vérifier les mouvements, auto diagnostics et télé service par Internet. Basé sur un ordinateur industriel avec processeur PENTIUM, il peut s'intégrer dans les réseaux informatiques de l'utilisateur final.

Beschreibung der Steuerung AUTOPULIT-SOFT MULTIAXIS

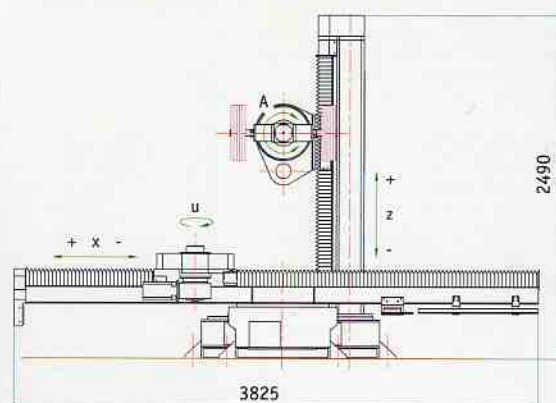
Für das Schleifen und Glätten hat AUTOPULIT eine spezifische Software entwickelt, deren Programmierung bequem über ein interaktives Menüsystem erfolgt, für das keine Informatik oder Programmierkenntnisse erforderlich sind. Voraussetzung ist lediglich ein entsprechender Industrie-PC mit Windows XP. Mit integriertem HOBEL-ABNUTZUNGS-AUSGLEICH (Achsen X, Y und Z gleichzeitig), der die INTERPOLATION zwischen 6 Achsen gestattet. Mit Programmierung über AUTOTECH-IN, Bewegungskontrolle, Auto-Check und Teleservice über das Internet. Auf der Grundlage eines Industriecomputers mit PENTIUM-Prozessor ist die Einbeziehung in die Informatiknetzwerke des Endabnehmers möglich.

Especificaciones técnicas	Technical specifications	Caractéristiques techniques	Technische Spezifikation	HD	RT
SERIE HD/RT-CNC	HD/RT-CNC SERIES	SÉRIE HD/RT-CNC	HD/RT-CNC BAUREIHE		
N.º portapiezas	Number of spindles	Nombre de porte pièces	Anzahl Werkstückträger	1 - 4	4 - 14
N.º cabezales	Number of working heads	Nombre de têtes de travail	Anzahl Köpfe	1 - 4	3 - 12
Motor cabezal CV	Head motor HP	Moteur tête CV	Kopftriebsmotor PS	5 - 10	
Cepillos	Mops-brushes	Brosses	Bürsten	Max. Ø 450 x 150 mm	
Velocidades	Speeds	Vitesses	Vorschub-/Drehzahlwerte		
Eje X	X axis	Axe X	Achse X	0 - 25 m/min	0 - 15 m/min
Eje Y	Y axis	Axe Y	Achse Y	0 - 20 m/min	0 - 15 m/min
Eje Z	Z axis	Axe Z	Achse Z	0 - 11 m/min	0 - 11 m/min
Eje A r.p.m.	r.p.m. A axis	Axe A t.p.m.	Achse A u.p.m.	0 - 16	0 - 8
Eje B r.p.m.	r.p.m. B axis	Axe B t.p.m.	Achse B u.p.m.	0 - 20	0 - 60
Giro cepillos r.p.m.	Buff rotation r.p.m.	Rotation des brosses t.p.m.	Bürsten Drehzahlwerte	500 - 2250	500 - 2250

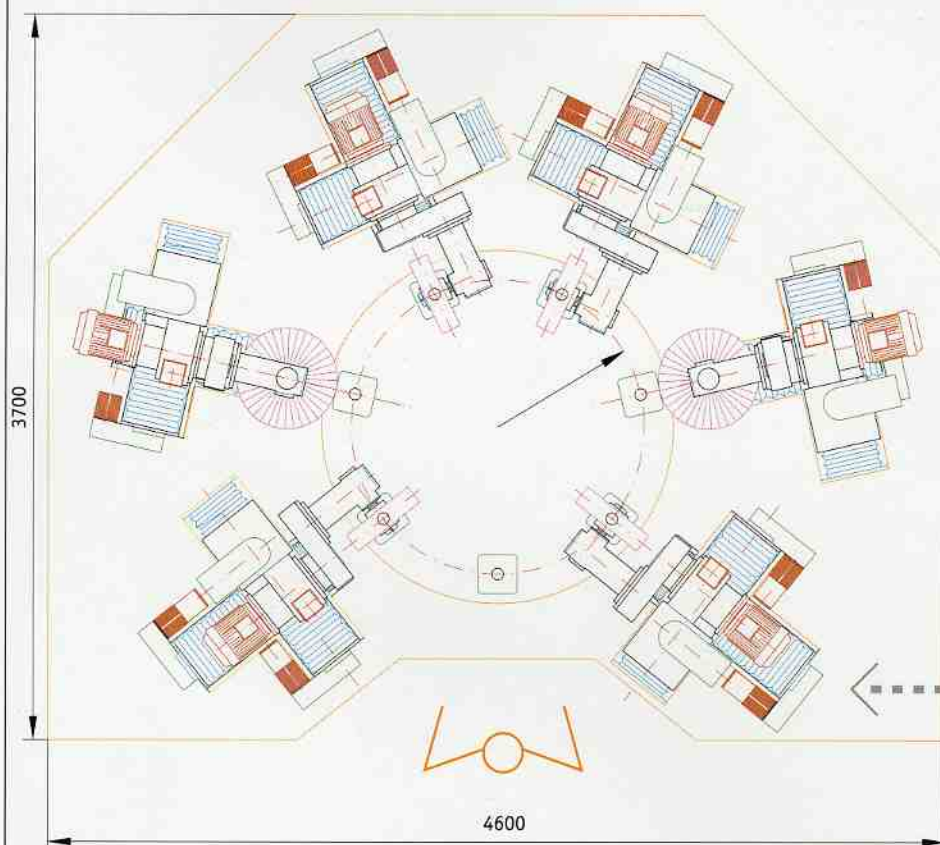
Mod. HD / 2UT - CNC 5



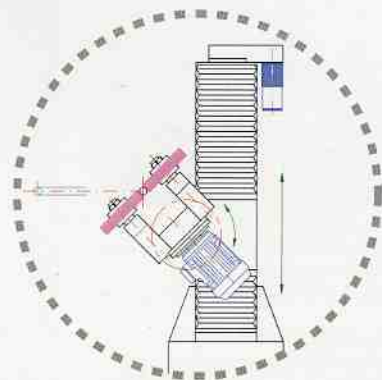
Mod. HD / 1UT - CNC 5



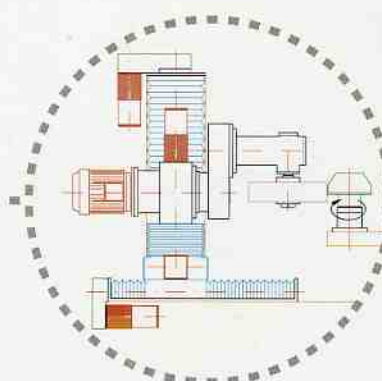
Mod. RT / 6UT - CNC



Mod. HD"E"/1UT - CNC



Mod. UT - SB - CNC 4



autopulit®

MAQUINARIA PARA EL PULIDO AUTOMÁTICO S.A.
 C / Puigmal, s/n • Pol. Ind. Sant Isidre • 08272 SANT FRUITÓS DE BAGES
 Tel. (+34) 93 874 33 99 • Fax. (+34) 93 874 12 61
 e-mail: autopulit@autopulit.com • <http://www.autopulit.com>

✉ P.O. BOX 260 • 08248 MANRESA (Barcelona) Spain

Distribuidor / Supplier / Fournisseur / Verteilung

upna

Todos los derechos reservados
 Eskubide guztiak erresaltatu dira

Pamplona, 23 de Septiembre 2009

Firmado:

Óscar Pérez García

Ingeniero Industrial

